



UNIVERSITAT POLITÈCNICA
DE CATALUNYA
BARCELONATECH

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA DE BARCELONA DE LA UNIVERSIDAD
POLITÉCNICA DE CATALUÑA.

JERARQUIZACIÓN DE INTERVENCIONES PARA LA REHABILITACIÓN
ENERGÉTICA DE LAS VIVIENDAS DEL SEGUNDO PERÍODO DEL MOVIMIENTO
MODERNO CONSTRUIDAS ENTRE LAS DÉCADAS DE 1950 Y 1970 EN LA
CIUDAD DE LA PLATA, BUENOS AIRES.

TESINA DE FIN DE MÁSTER EN INNOVACIÓN TECNOLÓGICA EN LA ARQUITECTURA-
MARCH 2015/2016

ARQUITECTA: CONSTANZA ELENA BABENCO

PROFESOR TUTOR: DRA.Y DOCENTE CRISTINA PARDAL MARCH

BARCELONA, OCTUBRE 2016



Agradecimiento:

Especial agradecimiento a los profesores que han brindado sus conocimientos a lo largo de este año y a todas las personas que colaboraron en la recopilación de información para que este trabajo haya sido posible a pesar de la distancia.



ÍNDICE

RESUMEN	3
CAPÍTULO 1	6
1. INTRODUCCIÓN	6
1.1 MOTIVACIÓN	7
1.2 JUSTIFICACIÓN	8
CAPÍTULO 2	10
2. MARCO DE TRABAJO	10
2.1 OBJETIVO	11
2.2 ÁMBITO TEMPORAL Y GEOGRÁFICO	12
2.3 CONTEXTO HISTÓRICO DE LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIVIENDAS.	13
2.4 NORMATIVA VIGENTE ACTUAL EN LA CIUDAD DE LA PLATA	15
CAPÍTULO 3	18
3. METODOLOGÍA DE TRABAJO	18
3.1 ESTRATEGIAS A SEGUIR	19
CAPÍTULO 4	20
4. DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN	20
4.1 ARQUITECTURA RACIONALISTA ENTRE LAS DÉCADAS DE 1950 Y 1970 EN LA CIUDAD DE LA PLATA.	21
4.2 ANÁLISIS DE 4 CASOS TIPO	24
4.3 CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS	29
4.4 COMPORTAMIENTO ENERGÉTICO ACTUAL Y LOS PUNTOS DÉBILES DESDE EL PUNTO DE VISTA ENERGÉTICO EN LOS CASOS DE ESTUDIO	34
4.5 CUANTIFICACIÓN DE LA EFICIENCIA DE LAS POSIBLES INTERVENCIONES EN LOS PUNTOS DÉBILES DETECTADOS	54
4.6 CÁLCULO DE GANANCIAS Y PÉRDIDAS TÉRMICAS	60
CAPÍTULO 5	69
5. CONCLUSIÓN	69
5.1 JERARQUIZACIÓN DE INTERVENCIONES PARA REHABILITACIÓN ENERGÉTICA PARA LAS VIVIENDAS ANALIZADAS	70
5.2 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.	72
5.4 ANEXOS	74



RESUMEN

El presente trabajo está orientado a plantear, cuantificar y jerarquizar intervenciones constructivas en viviendas modernistas construidas entre las décadas de 1950 y 1970 en la ciudad de La Plata, Buenos Aires, con el fin de rehabilitarlas energéticamente y así conseguir una mejora en el confort térmico interior de las mismas.

El patrimonio arquitectónico es un factor muy significativo para las ciudades y las viviendas racionalistas construidas en el período elegido forman parte del patrimonio, olvidado y no valorado, de la ciudad de La Plata.

El primer paso fue la selección de 4 viviendas tipo de este período y su análisis energético, teniendo en cuenta la radiación solar, las transmitancias térmicas y las pérdidas globales.

Una vez obtenido los resultados se realizó el planteo de las intervenciones necesarias para la mejora de la envolvente térmica y se planteó una jerarquización estimativa de las mismas.

En la última instancia se cuantificó económicamente y se volvieron a calcular las transmitancias y las pérdidas para comprobar que las intervenciones planteadas realmente demostraban las mejoras deseadas.

Como conclusión, las intervenciones planteadas en las viviendas sí presentan una mejora, y la jerarquización estimada, finalmente resultó ser la adecuada.

*«Un doctor puede enterrar sus fallos,
pero un arquitecto sólo puede aconsejar
a sus clientes que planten viñedos»
Frank Lloyd Wright (1869 - 1959)*



ABSTRACT

This paper is aimed to raise, quantify and rank constructive interventions in modernist homes built between 1950 and 1970 in the city of La Plata, Buenos Aires, in order to restore their energy and thus achieve an improvement in the thermal comfort inside of them.

The architectural heritage is a very significant factor for cities and rationalist homes built in the chosen period are part of the heritage, forgotten and not valued, in the city of La Plata.

The first step was the selection of four housing types of this period and their energetic analysis, taking into account their solar radiation, the thermal transmittances and the global losses.

Once the results were obtained, we recommended the interventions needed for the improvement of the thermal envelope and their ranking.

In the last instance, we quantified the economy and recalculated transmittance and losses to check that interventions really showed the desired improvements.

To conclude, the interventions raised in housing do present an improvement, and the estimated ranking, ultimately proved to be adequate.





CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

1.1 MOTIVACIÓN

La principal motivación de este trabajo nace a partir de las problemáticas socio económicas actuales en mi ciudad de origen, la ciudad de La Plata, provincia de Buenos Aires, Argentina y las soluciones a estos problemas en otras ciudades de países desarrollados.

Un gran consumo de los servicios públicos (luz, gas y agua especialmente) en las viviendas unifamiliares y su elevado costo económico para la clase media argentina son el punto de partida de las problemáticas a tratar.

Este panorama, fundamenta la búsqueda de una rehabilitación energética en viviendas unifamiliares para reducir los costos de los servicios y mejorar el confort térmico de los hogares generando una mejora en la calidad de vida de la gente.

Hoy en día en Barcelona y en gran parte de los países europeos la rehabilitación edilicia es muy utilizada, y entre los principales motivos se destacan: la falta de parcelas vacías, la crisis económica actual y la mejora en las edificaciones que fueron construidas entre los años 50 y 70 que no cumplen con la normativa vigente. A pesar que la normativa en Buenos Aires se encuentra en una etapa muy temprana en relación a la eficiencia energética, los avances llevados a cabo en Europa son una oportunidad para extrapolar dichas prácticas a la ciudad de La Plata, donde el uso de aislamientos tanto en aberturas como en muros y cubiertas es poco y esto lleva a que sea difícil de conseguir el confort térmico interior deseado.

PALABRAS CLAVES:

Rehabilitación energética- rehabilitación en fachada- rehabilitación en cubierta- vivienda moderna- vivienda unifamiliar- ciudad de La Plata.

1.2 JUSTIFICACIÓN

Para el siguiente trabajo, se eligieron las viviendas modernistas construidas entre las décadas de 1950 y el 1970, por los arquitectos Vicente Krause, Rodolfo Ogando, y los ingenieros Tapia y Bauer, entre otros. Ellos formaron parte de los primeros arquitectos egresados de la Facultad de Arquitectura de la ciudad de La Plata. Fueron quienes comenzaron a plantear el cambio en la manera de proyectar, es en este momento cuando se comienza a diferenciar la estructura del cerramiento y con la inspiración en los grandes maestros las plantas pasan a ser diáfnas y más livianas.

Estas viviendas representan un cambio clave en la arquitectura de la ciudad, comienzan a aparecer las características del movimiento de la época que se puede apreciar en su estructura independiente visible, la aparición de los grandes paños de vidrio permitiendo la relación directa entre el interior y el exterior, la clara diferenciación de soporte y cerramiento, el discreto uso del color, y un uso acotado de materiales, entre otros.

En la época en la que fueron construidas la eficiencia energética no era tenida en cuenta, al menos de forma consciente. Las carpinterías de las viviendas de la época son de vidrio simple y sus marcos de hierro o madera, creando grandes filtraciones de aire, y con muros de ladrillo común sin ningún tipo de aislamiento con una gran inercia térmica, en algunos casos, el aislamiento aparece en las cubiertas únicamente.

Estas viviendas pertenecen a un patrimonio de la ciudad que no está reconocido como tal y que se encuentra en un estado de gran deterioro.

La importancia que tienen estas obras, es que marcan un claro momento histórico de la ciudad reflejado en la evolución de la arquitectura, y a su vez quienes fueron los que llevaron a cabo la interpretación de lo que estaba pasando en el resto del mundo en una época clave, ya que a partir de aquí la manera de construir no volvió a ser la misma.

Hoy en día son 1826 los bienes que se encuentran protegidos bajo los diferentes grados de protección, integral, estructural y contextual. Un 2% pertenece al grado de protección integral, siendo "intocables", un 8% son de protección estructural, que es donde se encuentran las viviendas elegidas para este trabajo, sólo se les permite alguna modificación leve, siempre y cuando no se altere su volumen y fachada. Por último, con más del 80% se encuentran las de grado de protección



contextual que deben ajustarse a una conservación "contextual", que implica mantener los rasgos que hacen que el edificio "contribuya al carácter del área".



CAPÍTULO 2

2. MARCO DE TRABAJO



2.1 OBJETIVO

Cuantificar y jerarquizar las diversas intervenciones de rehabilitación energética a llevar a cabo en las viviendas construidas en el segundo período racionalista, entre las décadas de 1950 y 1970, en ciudad de La Plata, Buenos Aires.

2.2 ÁMBITO TEMPORAL Y GEOGRÁFICO

Este trabajo se centra en el análisis arquitectónico y climático actual de las viviendas mencionadas en la justificación y un posterior planteo de las diferentes intervenciones posibles para su rehabilitación energética analizando cuales son los sectores más convenientes y rentables al momento de la rehabilitación.

Estas viviendas están implantadas en la ciudad de La Plata. La misma está ubicada a 56 km al sudeste de la ciudad autónoma de Buenos Aires, tiene un clima templado con temperaturas no extremas, en invierno una media de 6°C y en verano la media es de 28°C, posee un alto porcentaje de humedad durante todo el año que ronda el 80%, ya que se encuentra a orillas del Río de La Plata y esto provoca que tanto los días fríos como los días de calor se sientan con mayor intensidad. Se encuentra a 25 metros sobre el nivel del mar.

Las precipitaciones son parejas durante todo el año, siendo en los meses de verano (diciembre, enero y febrero) cuando las lluvias son más abundantes llegando a los 286.5 mm.

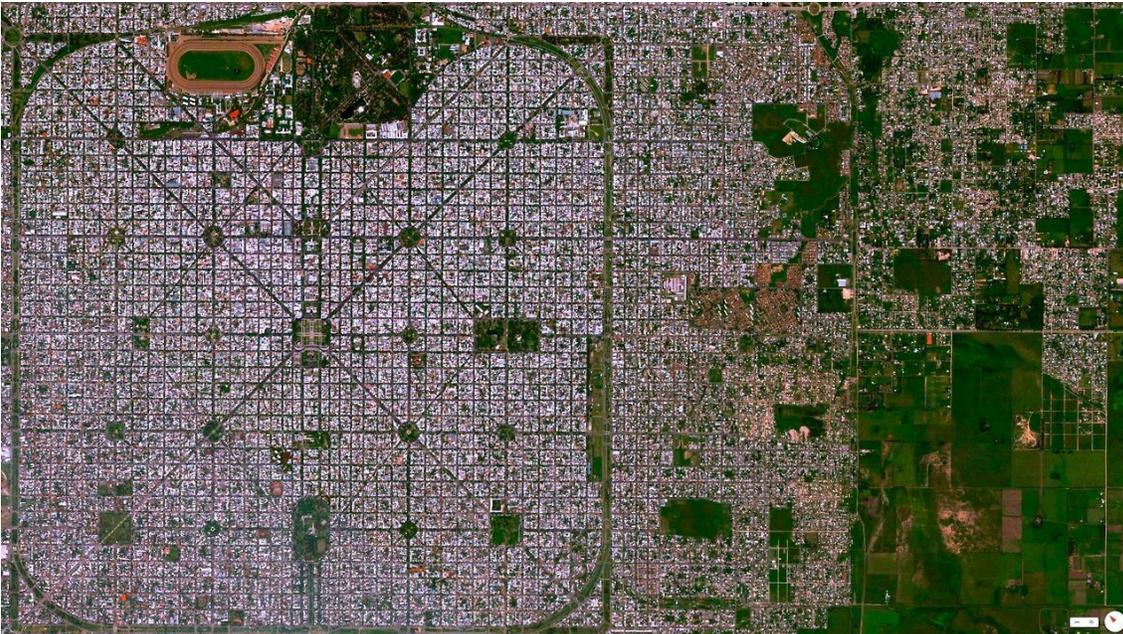


Imagen 1 Vista aérea de la ciudad La Plata. Extraída de internet.

2.3 CONTEXTO HISTÓRICO DE LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIVIENDAS.

A nivel local e internacional la década de 1950 fue un momento clave en la arquitectura debido a grandes cambios a nivel social y cultural, donde definitivamente desapareció lo que se llamaba arquitectura clásica para instalarse definitivamente la arquitectura moderna.

A su vez, en la ciudad de La Plata, en el año 1952 se desarrollaba el primer departamento de arquitectura de la Universidad Nacional de La Plata dependiente de la Facultad de Ciencias de Físico Matemáticas de la UNLP, con una tendencia pro moderna:

“... Son treinta años de arquitectura que registran los sucesivos cambios y transformaciones en el campo de las ideas, el lenguaje, la tecnología y los nuevos usos del espacio construido. Uno de los factores que incidió en la renovación edilicia de los 50 fue la sanción y reglamentación de la Ley de Propiedad Horizontal (1948-49) que significó la proliferación de los edificios en altura. Acompañando estos cambios intervinieron en los primeros años tanto nuevos arquitectos como ingenieros, especializándose luego, unos en el campo del proyecto y los otros en el del cálculo estructural.

Si los ingenieros de La Plata, tomaron el lenguaje del Movimiento Moderno y fueron los grandes constructores de la ciudad durante los años 20, 30 y 40, es a partir de los 50 que se abordan nuevas búsquedas espaciales en la elaboración del proyecto, lo que se refleja en las obras de arquitectura como consecuencia de la discusión de ideas que aportó la naciente Escuela de Arquitectura...”¹

Para este trabajo se seleccionaron para su análisis 4 viviendas que fueron construidas entre las décadas del 1950 y 1970 por los arquitectos más prestigiosos de aquella época.

Dos de las viviendas seleccionadas fueron construidas en la década de 1950 por arquitectos muy destacados de la ciudad. Por un lado, el arquitecto Rodolfo Ogando, quien construyó la casa Busso ubicada en calle 3 entre 41 y 42 y por el otro, el arquitecto V. Krause, y los ingenieros Tapia y Bauer quienes construyeron la vivienda Pérez Duprat situada en calle 47 entre 12 y 13.

¹ Arq. Carasatorre, C. (2013). Guía La Plata Arquitectura Moderna 1950/60/70.

Cabe destacar que en este momento es cuando Le Corbusier diseña la casa para el Sr. Curuchet en la ciudad de La Plata, donde se ven reflejados los 5 puntos de la arquitectura moderna de uno de los grandes maestros. La casa fue encomendada en el año 1948 y su construcción finalizó en el año 1955 con el proyecto a cargo del arquitecto argentino Amancio Williams.

Las otras dos viviendas pertenecen a la década de 1960, la cual fue más turbulenta en los planos social, político, económico y cultural:

“... Mientras las políticas estatales se orientaban decididamente a atraer capitales de los EEUU y otras sedes y en el campo de la filosofía y la literatura se orientaba a Francia, la arquitectura lo haría hacia una reciclada Inglaterra que finalmente resultó ser una de las sedes de los experimentos más jugados en la década, cuya resonancia local contaba con amplias facilidades para producirse.”

“En este período –con los altibajos de la intervención de 1966- la Facultad de Arquitectura aportó una destacada serie de profesionales identificados con las tendencias enunciadas. Simultáneamente se produjo la aparición de la Revista Summa (1963) y Summa-Nueva Visión (1968), claves en la formación de una generación de profesionales incómodos con la perspectiva de quedar atrapados en las redes de una tecnocracia cada vez más excluyente...”²

Estas viviendas pertenecen al arquitecto Vicente Krause, quien perteneció a la primera camada de arquitectos egresados de la Facultad de arquitectura de la ciudad, con una visión muy particular donde la impronta estética tenía mayor importancia sobre la arquitectura bioclimática que en ese entonces era un ámbito desconocido.

Un arquitecto con una interpretación, lectura y visión de la arquitectura que para ese entonces muy pocos tenían

² Arq. Gentile Eduardo, (2013). Guía La Plata Arquitectura Moderna 1950/60/70

2.4 NORMATIVA VIGENTE ACTUAL EN LA CIUDAD DE LA PLATA

Actualmente en la provincia de Buenos Aires rige la ley 13059 sobre acondicionamiento térmico.

La finalidad de la presente Ley es establecer las condiciones de acondicionamiento térmico exigibles en la construcción de los edificios, para contribuir a una mejor calidad de vida de la población y a la disminución del impacto ambiental a través del uso racional de la energía.

Dentro de la ley 13059 en el ANEXO 1 se encuentran las normativas, alcances y disposiciones de diseño en edificios de habitación humana.

En las normativas se desarrollan las normas IRAM N° 11549/11601/11603/11604/11605/11625/11630/11658 de acondicionamiento térmico en la construcción de viviendas.

Las dos primeras normas (11549/11601) poseen definiciones a tener en cuenta para poder entender el desarrollo de la ley.

En la norma IRAM N°11603 se describe la clasificación bioambiental de la República Argentina.

En la norma IRAM N°11604 se trata el ahorro de energía en calefacción, el coeficiente volumétrico G de pérdidas de calor.

En la norma IRAM N°11605 se desarrollan las condiciones de habitabilidad en viviendas, los valores máximos admisibles de Transmitancia Térmica "K" (como máximo los valores correspondientes a Nivel B).

Por último, en las normas N°11625/11630 se tratan temas de condensación intersticial y superficial.

Para este trabajo las dos normas a tener en cuenta son las normas IRAM N°11603, N°11604 y la N°11605, ya que esta investigación consiste en la rehabilitación energética de viviendas unifamiliares, de esta manera poder saber si con las intervenciones planteadas el acondicionamiento térmico de las mismas es el adecuado cumpliendo con las normas vigentes en la provincia de Buenos Aires.

Según la clasificación bioambiental de la República Argentina, la ciudad de La Plata se encuentra en la Zona IIIb, clima templado cálido con amplitudes térmicas menores a 14°C. Las amplitudes térmicas durante todo el año son pequeñas. Para estas zonas son favorables las orientaciones que

tienen asoleamiento. Para latitudes superiores a los 30º, la orientación óptima es NO-N-NE-E. Para latitudes inferiores a los 30º, la orientación óptima es la NO-N-NE-E. Si bien toda zona tiene una característica climática homogénea, eso no ocurre con el asoleamiento, ya que las características del mismo dependen de la latitud.

En la norma IRAM N°11605 se encuentran las transmitancias para techos y muros admisibles para esta zona bioambiental.

Se describen tres niveles de confort higrotérmico: Nivel A (recomendado), Nivel B (medio), Nivel C (mínimo).

en W/m².K

Zona Bioambiental	Nivel A	Nivel B	Nivel C
I y II	0,45	1,10	1,80
III y IV	0,50	1,25	2,00

Tabla 1. Valores máximos de transmitancias térmicas para condiciones de verano para muros. Norma IRAM N°11605

en W/m².K

Zona Bioambiental	Nivel A	Nivel B	Nivel C
I y II	0,18	0,45	0,72
III y IV	0,19	0,48	0,76

Tabla 2. Valores máximos de transmitancias térmicas para condiciones de verano para techos. Norma IRAM N°11605

CIUDAD	TMED	TMÁX	TMÍN	TMA	TDMN
La Plata	11.08	15.7	6.5	-4.3	-2.5

Tabla 3. Valores de temperatura media, máxima, mínima media y temperatura de diseño mínima en la ciudad de La Plata. Norma IRAM N° 11605

Tabla 1: Valores de $K_{MAX ADM}$ para condición de invierno en $W/m^2\text{°C}$ Para valores intermedios interpolar linealmente								
Temperatura exterior de diseño (T_{ed}) [°C]	Nivel A		NIVEL SUSTENTABLE		Nivel B		Nivel C	
	Muros	Techos	Muros	Techos	Muros	Techos	Muros	Techos
-15	0,23	0,20	0,42	0,36	0,60	0,52	1,01	1,00
-14	0,23	0,20	0,42	0,37	0,61	0,53	1,04	1,00
-13	0,24	0,21	0,44	0,38	0,63	0,55	1,08	1,00
-12	0,25	0,21	0,45	0,39	0,65	0,56	1,11	1,00
-11	0,25	0,22	0,46	0,40	0,67	0,58	1,15	1,00
-10	0,26	0,23	0,48	0,42	0,69	0,60	1,19	1,00
-9	0,27	0,23	0,50	0,42	0,72	0,61	1,23	1,00
-8	0,28	0,24	0,51	0,44	0,74	0,63	1,28	1,00
-7	0,29	0,25	0,53	0,45	0,77	0,65	1,33	1,00
-6	0,30	0,26	0,55	0,47	0,80	0,67	1,39	1,00
-5	0,31	0,27	0,57	0,48	0,83	0,69	1,45	1,00
-4	0,32	0,28	0,60	0,50	0,87	0,72	1,52	1,00
-3	0,33	0,29	0,62	0,52	0,91	0,74	1,59	1,00
-2	0,35	0,30	0,65	0,54	0,95	0,77	1,67	1,00
-1	0,36	0,31	0,68	0,56	0,99	0,80	1,75	1,00
0	0,38	0,32	0,69	0,58	1,00	0,83	1,85	1,00

La temperatura mínima de diseño se obtiene, de manera simplificada, restando $4,5^{\circ}$ a la temperatura mínima media de la localidad. Esto se corresponde a una frecuencia de 4 días de ocurrencia de cierta temperatura en 5 años.

Tabla 4. Valores de transmitancia térmica para meses de invierno. Norma IRAM N°11605

La temperatura mínima de diseño para la ciudad de La Plata es de $6,5^{\circ}\text{C}$, se le resta $4,5^{\circ}\text{C}$ y se obtiene $2,5^{\circ}\text{C}$ como temperatura mínima de diseño para los valores de transmitancia térmica mínimos en invierno. Siendo la temperatura mayor a 0°C se toma la última fila como referencia.



CAPÍTULO 3

3. METODOLOGÍA DE TRABAJO



3.1 ESTRATEGIAS A SEGUIR

- Conocer la arquitectura racionalista entre las décadas de 1950 y 1970 en la ciudad de La Plata.
- Seleccionar 4 casos tipo para su posterior análisis.
- Conocer las características constructivas.
- Conocer el comportamiento energético en la actualidad y localizar los puntos débiles desde el punto de vista energético en los casos de estudio
- Cuantificar la eficiencia de la posible intervención en estos distintos puntos débiles.
- Jerarquizar los puntos de actuación.



CAPÍTULO 4

4. DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

4.1 ARQUITECTURA RACIONALISTA ENTRE LAS DÉCADAS DE 1950 Y 1970 EN LA CIUDAD DE LA PLATA.

“En el desarrollo de la arquitectura del Movimiento Moderno en La Plata pueden definirse claramente dos instancias: la producción anterior a la creación de la Facultad de Arquitectura en 1952, y aquella posterior a este hecho.

En el primer período, los autores son mayormente ingenieros, varios de ellos formados bajo la influencia directa de Antonio U. Vilar.³ Sus edificios apelan a formas simples, despojadas, con un tratamiento más elaborado en las ochavas si están ubicados en esquina. Sus casas parecen mimetizarse entre sí e imponen un similar desarrollo. Se ubican en el centro de la ciudad, generalmente en las esquinas o entre medianeras y en el menor de los casos, en perímetro libre. Formalmente son volúmenes puros, blancos, con referencias náuticas en sus detalles de barandas y sus terminaciones en el techo, con la aparición del cromado en sus barandas que generan un rico juego de luces y sombras, con sus carpinterías metálicas normalizadas, (Industrias KLÖCNER) con persianas de madera, zócalos de travertino. Todavía no se verifica la diferenciación entre estructura y cerramiento. Los vanos continúan siendo horadaciones en la masa muraria. Perduran ciertos criterios como la simetría para el ordenamiento de la fachada, pero se abandona el uso de la ornamentación.



Imagen 3. Vivienda racionalista de 1930. Fuente: Arq. Eduardo Gentile.



Imagen 2. Vivienda racionalista de 1930. Fuente: Arq. Eduardo Gentile.

³ (La Plata, 16 de mayo de 1889 - Buenos Aires, 7 de abril de 1966) fue un ingeniero y arquitecto argentino, uno de los principales exponentes de la primera generación de arquitectos que se suscribe en la Argentina a los postulados modernos de la renovación arquitectónica.



Imagen 4. Vivienda racionalista de 1930.
Fuente: Arq. Eduardo Gentile

Sus plantas, todas de resolución parecida, recuestan el área de servicios sobre la medianera. La aparición de balcones como un punto importante dentro de los requerimientos de diseño, con su ubicación en su mayoría frente a plazas, con una amplia apertura hacia las mismas, hacen que todas las viviendas de esta etapa, algunas con mayor ajuste en la resolución de sus detalles constructivos, revelen con criterio y rigurosidad el momento en que fueron concebidas.

Posteriormente, comienzan a construirse edificios en altura, con los mismos criterios de resolución y con el fin de obtener buenas visuales hacia el río, pero luego, con el cambio en la ley de propiedad horizontal y el aumento de construcciones en altura, esta concepción de mejores visuales se dejaría relegada.

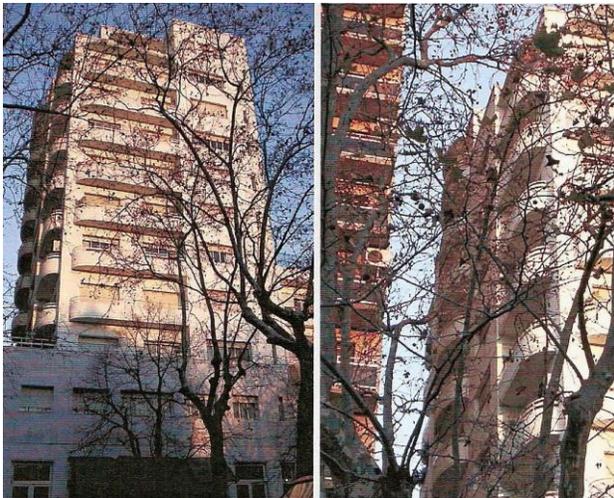


Imagen 5. Edificio en altura. Fuente: Arq. Eduardo Gentile

En el segundo período, y ya con la fuerte presencia de la Casa Curuchet en la ciudad, la única que resuelve de manera impecable la planta baja libre, los arquitectos exploran otras expresiones de la modernidad, profundamente inspiradas en este ejemplo, aunque sin tener una

lectura clara de la misma y careciendo de su “esencia” y, por lo tanto, no llegando a los resultados más deseables. La relectura en las viviendas que se construyen permite observar reminiscencias de los conceptos del Movimiento Moderno, pero éstos no son claros y se desdibujan; y salvo contadas excepciones, aparecen como híbridos. Es frecuente la presencia de terraza jardín con la compañía de un mirador (como coronamiento) y pérgolas, y los particulares “pilotis”, que no siempre pertenecen a la estructura de soporte.

Es interesante destacar que la arquitectura moderna en La Plata viene a dar respuesta a un programa nuevo y propio de una ciudad con una presencia universitaria fuerte: el de la casa para el

profesional de clase media o media alta que tiene su consultorio privado en la misma, y que cuenta con necesidad de garaje para su automóvil. En algunos casos, se agrega en el acceso a la vivienda un jardín, como un nexo entre la calle y ésta. Este programa genera tipologías que aunque incorporan una nueva estética se insertan con gran armonía dentro del tejido fundacional de la ciudad. En esto colabora que, en la zona céntrica, las fachadas no se encuentran retiradas de la línea municipal, sino que acentúan la continuidad impuesta por la arquitectura fundacional con un lenguaje muy plástico. Es en la zona de la periferia donde se encuentran las llamadas casa-cajón, con sus frentes retirados dejando lugar a un pequeño jardín. Este tipo de arquitectura se utilizó también para dar respuesta a programas de edificios públicos y privados (escuelas, centros de salud, etc.).

Estas obras pertenecientes al Movimiento Moderno, al tener alrededor de 60 años de construcción, comienzan a reformarse y a realizarse los cambios propios del paso del tiempo. Es notable la falta de entendimiento y valoración de estas casas de las décadas de los 40 y 50. Las intervenciones dejan claro las dificultades a la hora de operar sobre edificios cuya generación deriva de reglas tan simples pero contundentes como las que introdujo el Movimiento Moderno. Los problemas actuales de inseguridad, en particular, hacen que estas viviendas, de gran fluidez y continuidad espacial sean modificadas con la aparición de rejas sin hacer un estudio de la forma más apropiada de resolución. Hoy en día son casas muy buscadas ya que permiten flexibilidad en los usos.

La manera “caprichosa” en las modificaciones actuales de las viviendas racionalistas hace que se lea claramente la falta de criterio y de un estudio minucioso de cómo se puede modificar, conviviendo lo existente y lo que se modifica, sin realizar una mera copia ni aparecer lo nuevo de una manera “agresiva”.⁴

⁴ El patrimonio del movimiento moderno: pensamientos, reflexiones, aprendizajes. Stella Maris Casal ... [et.al.]. - 1a ed. - Buenos Aires: el autor, 2008. Internet. Algunas reflexiones sobre el Movimiento Moderno: el caso de La Plata. Charla dada por el Arq. Jorge Mele. Página 34.

4.2 ANÁLISIS DE 4 CASOS TIPO

Para la elección de los casos de estudio se tuvo en cuenta la morfología de la ciudad de La Plata y su emplazamiento con orientación norte. Sus manzanas poseen una buena orientación independientemente del lugar donde se ubiquen dentro del trazado urbano. Por este motivo los 4 casos de estudio seleccionados corresponden a viviendas ubicadas en las cuatro orientaciones para poder analizar cómo fueron pensadas y diseñadas en respuesta a cada situación en particular.

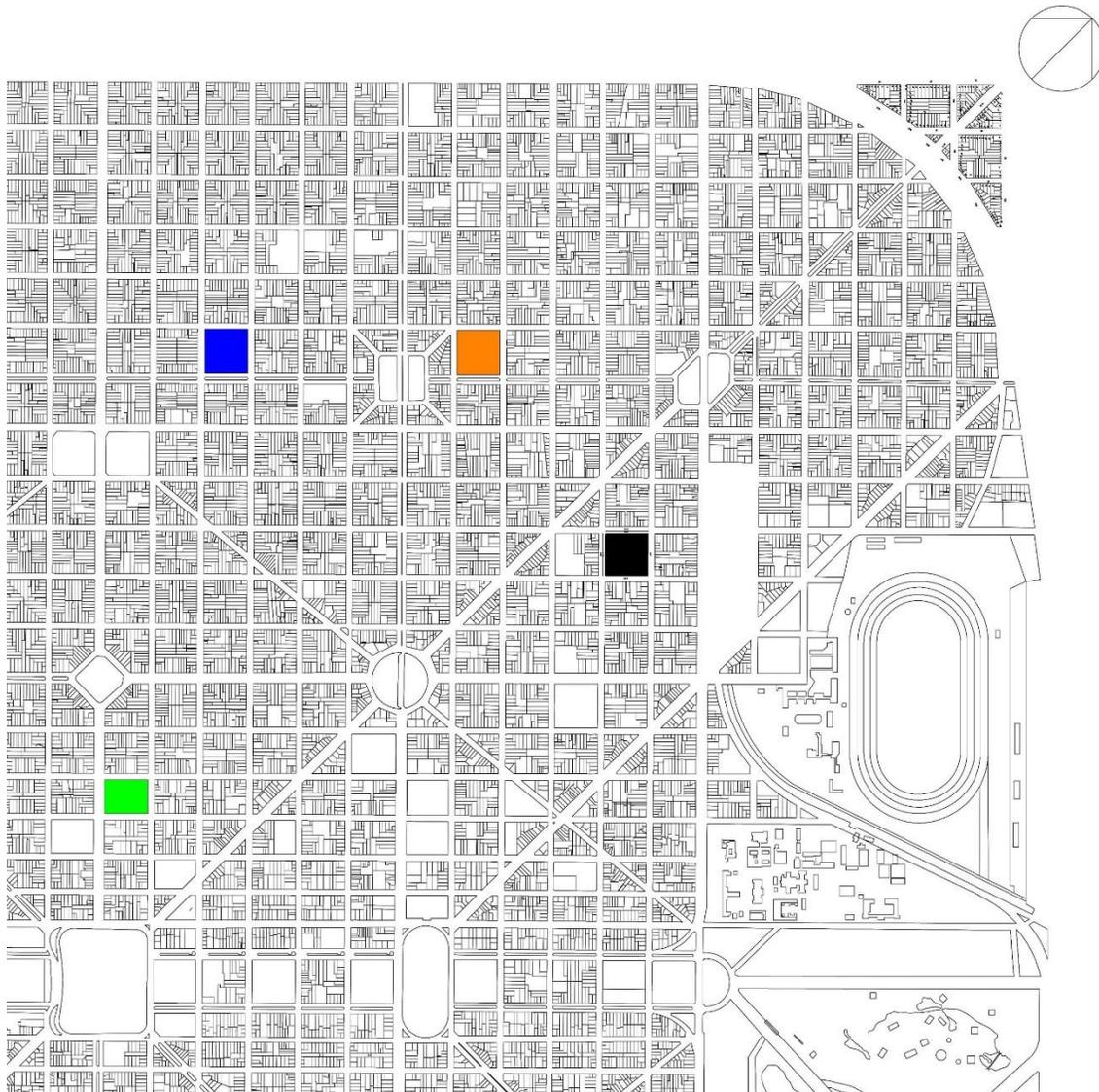


Imagen 6. Sector de la ciudad con las manzanas donde se encuentran las viviendas en estudio.



4.2.1 Casa “Pérez Duprat”. Arquitectos: Krause- Tapia- Bauer.

Año de construcción	1957
Ubicación	Calle 47 entre 12 y 13
Frente	8.30 metros
Profundidad	30 metros
Superficie de la parcela	249 m ²
Superficie cubierta	168.4 m ²
Superficie semicubierta	21.20 m ²
Superficie de cubierta total	99.85 m ²



Imagen 7. Casa Pérez Duprat. Fuente: Archivo personal.

4.2.2 Casa "Busso". Arquitecto: Rodolfo Ogando

Año de construcción	1955
Ubicación	Calle 3 entre 41 y 42
Frente	9.00 metros
Profundidad	20 metros
Superficie de la parcela	180 m ²
Superficie cubierta	144 m ²
Superficie semicubierta	74.0 m ²
Superficie de cubierta total	115.5 m ²



Imagen 8. Casa "Busso". Fuente: Archivo personal

4.2.3 Casa "Sosa". Arquitecto: Vicente Krause.

Año de construcción	1965
Ubicación	Calle 10 entre 40 y 41
Frente	20 metros
Profundidad	10 metros
Superficie de la parcela	200 m2
Superficie cubierta	110.68 m2
Superficie semicubierta	14.00 m2
Superficie de cubierta total	110.68 m2

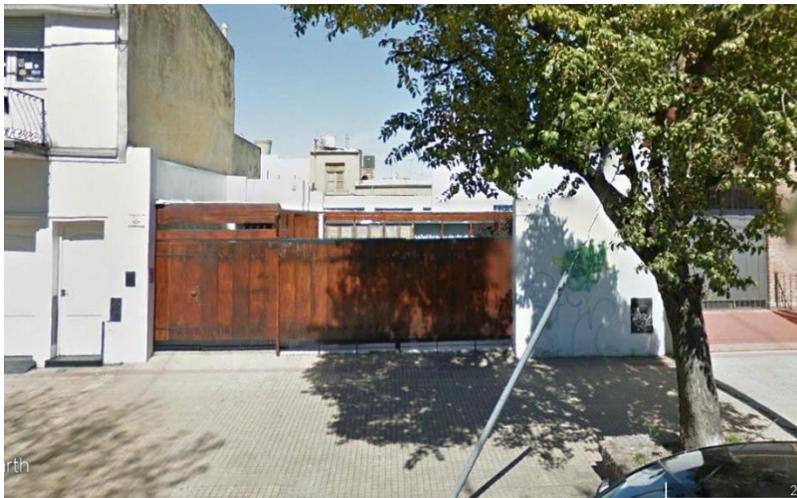


Imagen 9. Casa Sosa.
Fuente: Google Street View



Imagen 11. Interior casa Sosa. Fuente: EL PATIO publicaciones



Imagen 10. Fuente: EL PATIO publicaciones

4.2.4 Casa "Santa Cruz". Arquitecto: Vicente Krause.

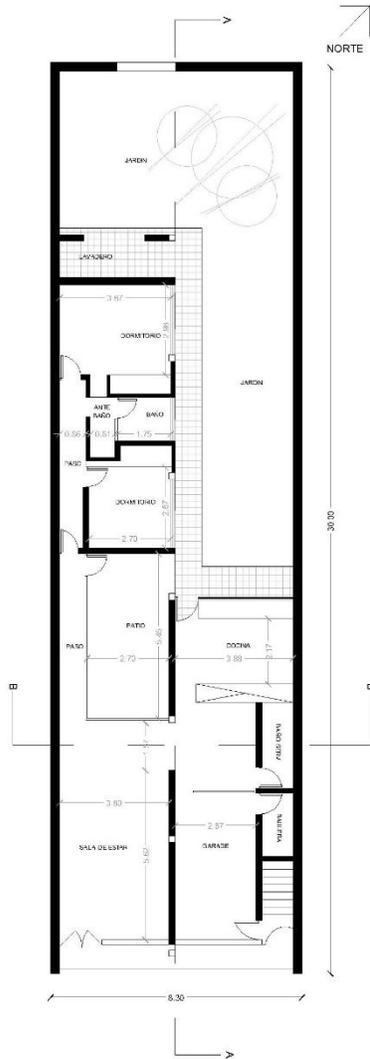
Año de construcción	1967
Ubicación	Calle 37 entre 5 y 6
Frente	10 metros
Profundidad	46.75 metros
Superficie de la parcela	467.5 m2
Superficie cubierta	174 m2
Superficie semicubierta	25.80 m2
Superficie de cubierta total	144 m2



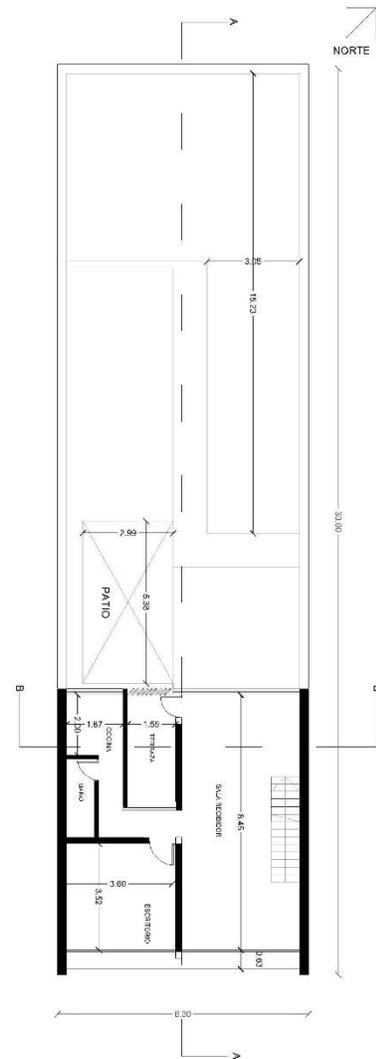
Imagen 12. Casa Santa Cruz. Fuente: Archivo personal

4.3 CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS

4.3.1 Casa “Pérez Duprat”



Plano 1. Casa Pérez Duprat Planta baja. Esc. 1.200



Plano 2. Casa Pérez Duprat. Planta alta. Esc. 1.200

La casa posee estructura independiente de hormigón armado escondida en los muros interiores de ladrillo común de 15 cm.

Los muros medianeros son de ladrillo común de 30 cm.

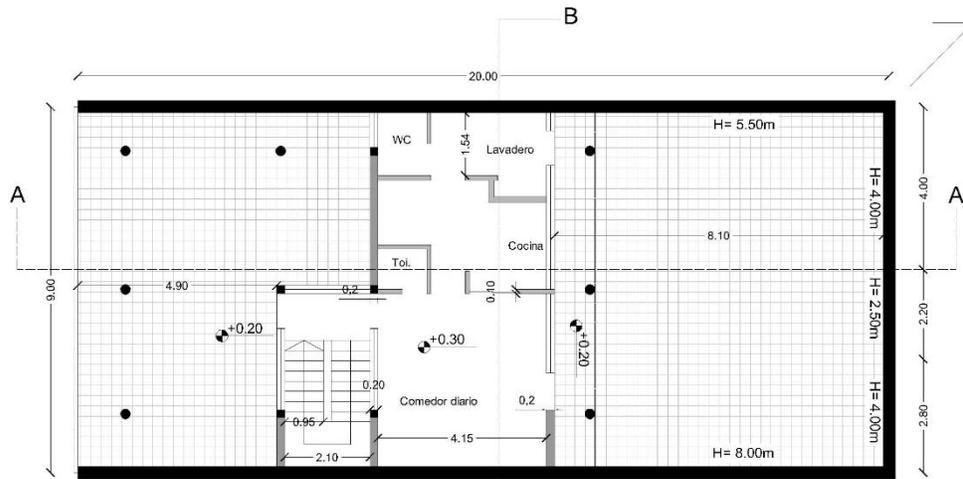
Las carpinterías están compuestas por vidrios simples de 3mm de espesor y los marcos exteriores son de doble contacto de hierro con perfiles macizos.



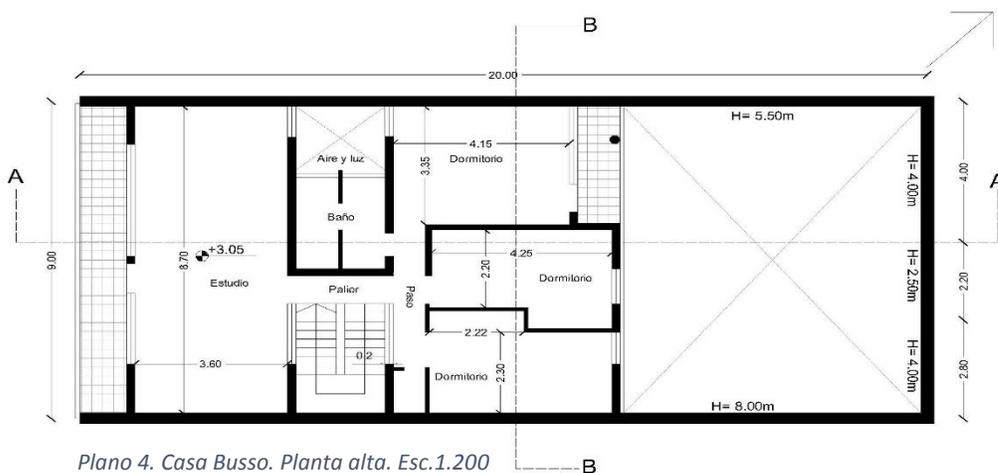
La cubierta es de hormigón armado, con un contrapiso de hormigón pobre para pendiente, con aislamiento hidrófugo y el cielorraso a la cal aplicado.

No posee ningún tipo de protección solar.

4.3.2 Casa "Busso"



Plano 3. Casa Busso. Planta baja. Esc.1.200



Plano 4. Casa Busso. Planta alta. Esc.1.200

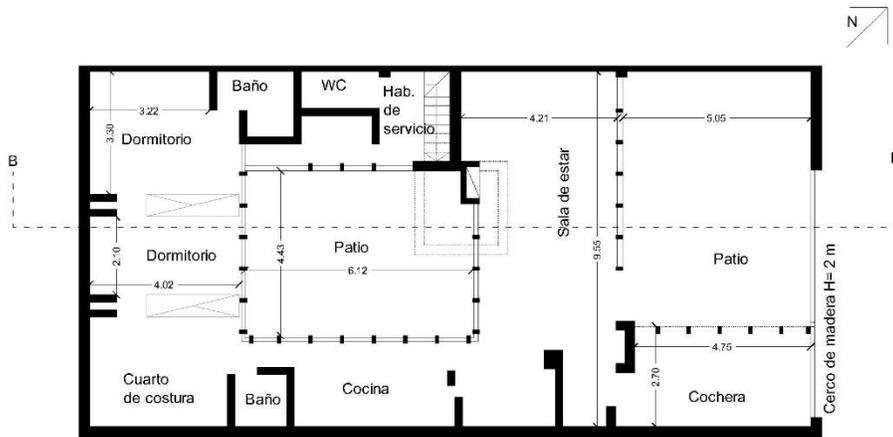
Posee estructura independiente de hormigón armado, con muros interiores de ladrillo común de 15 cm de espesor y las medianeras son de ladrillo común de 30 cm.

Las carpinterías son de vidrios simples y transparentes de 3mm de espesor y los marcos de hierro de apertura abatible. En la planta alta los vidrios son armados, transparentes y fijos hasta el antepecho.

La cubierta es losa de hormigón armado, contrapiso de hormigón pobre para pendiente, cielorraso a la cal aplicado, y aislamiento hidrófugo.

Las ventanas de la fachada frontal tienen, por el interior, cortinas americanas de aluminio originales con varilla de 4 cm aproximadamente.

4.3.4 Casa "Sosa"



Plano 5. Casa Sosa. Planta baja. Esc.1.200

La estructura está compuesta por parantes de madera en dados de hormigón simple, placa de asiento de hormigón de 8 mm de espesor.

Los muros interiores son de ladrillo común de 15 cm y los muros de las medianeras de 30 cm.

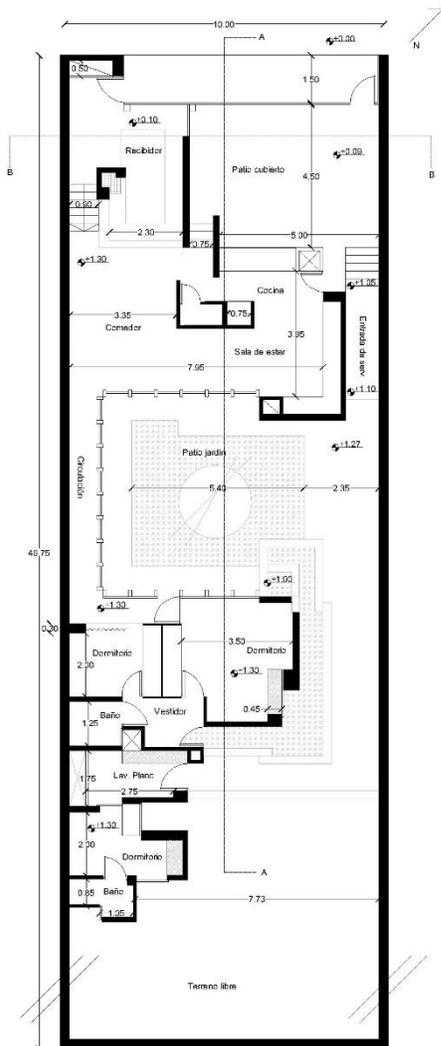
Los vidrios de toda la vivienda son simples con un espesor de 3 mm.

Las carpinterías interiores son de madera maciza sin marco con herrajes de pívot.

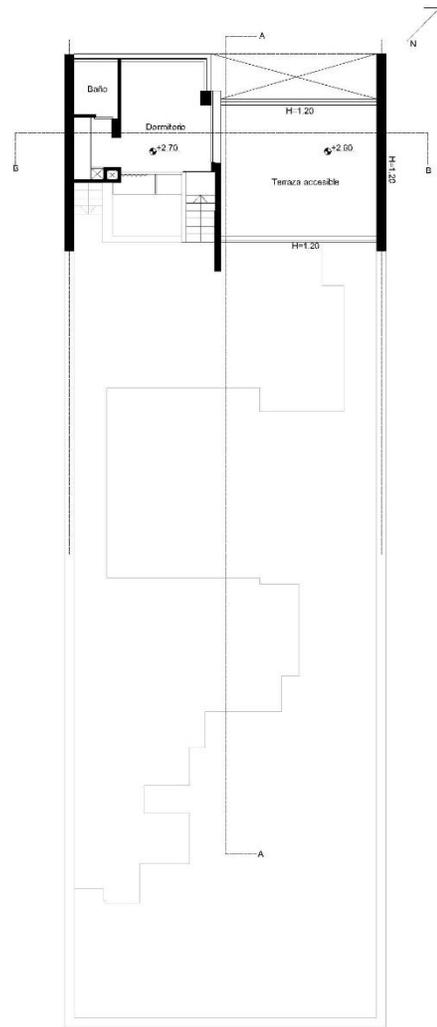
La cubierta es una grilla estructural de 0.40 x 0.40 en madera dura de 2" x 4" con poliestireno expandido de 0.025 metros sobre terciado de 5mm y vermiculita empastada pendiente 2%. Por el exterior la cubierta es de chapa lisa de acero galvanizado Nº 24 uniformemente soldada con juntas de dilatación.

La mayor parte de los vidrios son de piso a techo, siendo paños de vidrio de gran tamaño sin marco.

4.3.4 Casa “Santa Cruz”



Plano 6. Casa Sta. Cruz. Planta baja. Esc.1.200



Plano 7. Casa Sta. Cruz. Planta alta. Esc.1.200

La estructura es portante de ladrillo común de 20 cm y los muros de la medianera de 30 cm de espesor.

Los vidrios son simples de 3mm de espesor y los marcos de madera.

Las carpinterías interiores son de madera como los muebles que fueron diseñados para la vivienda.

La cubierta es losa de hormigón armado según cálculo con aislación de vermiculita, y 7 capas de pintura asfáltica.



4.4 COMPORTAMIENTO ENERGÉTICO ACTUAL Y LOS PUNTOS DÉBILES DESDE EL PUNTO DE VISTA ENERGÉTICO EN LOS CASOS DE ESTUDIO.

En los cuatro casos de estudio se realizó un análisis de cómo el sol afecta a la vivienda teniendo en cuenta sus ángulos de elevación y sus ángulos de acimut, extraídos del sitio web sunearthtools.com, tanto para los días de verano como de invierno.

Con este estudio se puede saber cuáles son los momentos donde ingresa mayor radiación solar generando sobrecalentamientos no deseados en los ambientes, a su vez, conociendo las transmitancias térmicas se conocen los sectores por donde existen mayores pérdidas

4.4.1 Casa "Pérez Duprat"

4.4.1.1 GANACIAS DE CALOR.

El frente de la vivienda posee un gran porcentaje de superficie vidriada y al estar orientado al sureste no recibe gran cantidad de sol, pero sí posee grandes pérdidas de calor debido a los grandes ventanales en la planta alta. Recibe una radiación pico de 518 Wh/m², pero la llegada del sol es de perfil por lo que no es un alcance directo al interior de la vivienda.

En la planta baja el sol entra más profundo porque las carpinterías se encuentran a continuación de la losa y con una altura de 0.70 metros, pero esto es negativo para las fechas en invierno ya que el ingreso del sol es menor y genera un espacio poco iluminado, sobre todo en los días nublados.

En verano la cubierta de la planta alta recibe una radiación de 1074 Wh/m² en el rango horario de las 10 de la mañana a las 14 horas, mientras que la cubierta de planta baja recibe una radiación menor de 466 Wh/m², debido a las sombras proyectadas sobre ella.

A su vez, en planta alta, en los meses de invierno, el sol ingresa desde las 9 de la mañana hasta las 14 horas con mayor profundidad que en verano, porque su recorrido es más bajo.

Cuando se observa la fachada posterior el sobrecalentamiento por radiación solar se produce desde las 12 del mediodía hasta las 17 hs. La radiación pico en los meses de verano es de 662 W/h/m²/día.

La vivienda no posee ningún alero que la proteja del sol.

En los meses de invierno, cuando el sol baja, puede haber deslumbramientos.

En la fachada de los dormitorios, orientada al norte recibe el sol de toda la mañana con un sol muy profundo que va disminuyendo con el paso de las horas.

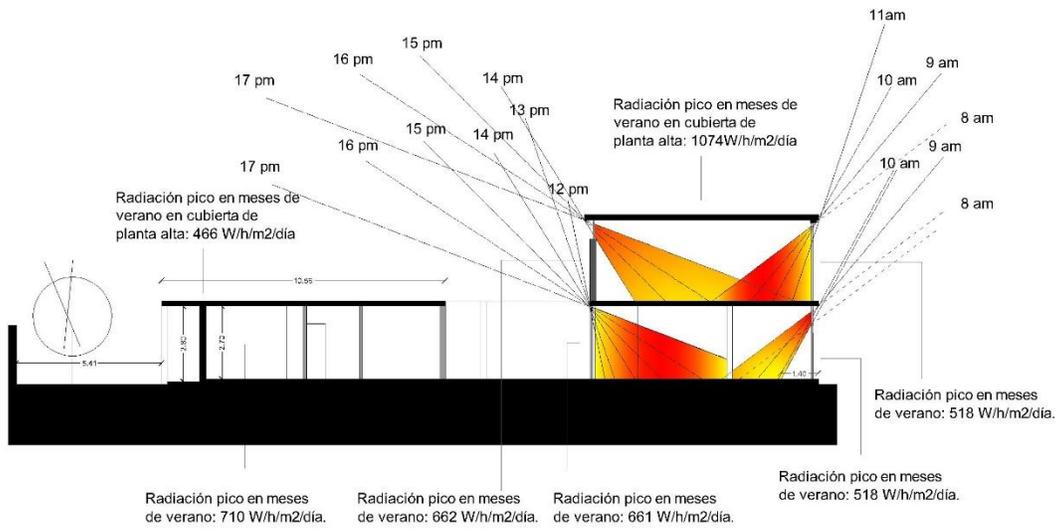


Ilustración 2. Ángulos de elevación en verano. Corte longitudinal. Esc.1.200. Fuente: elaboración propia.

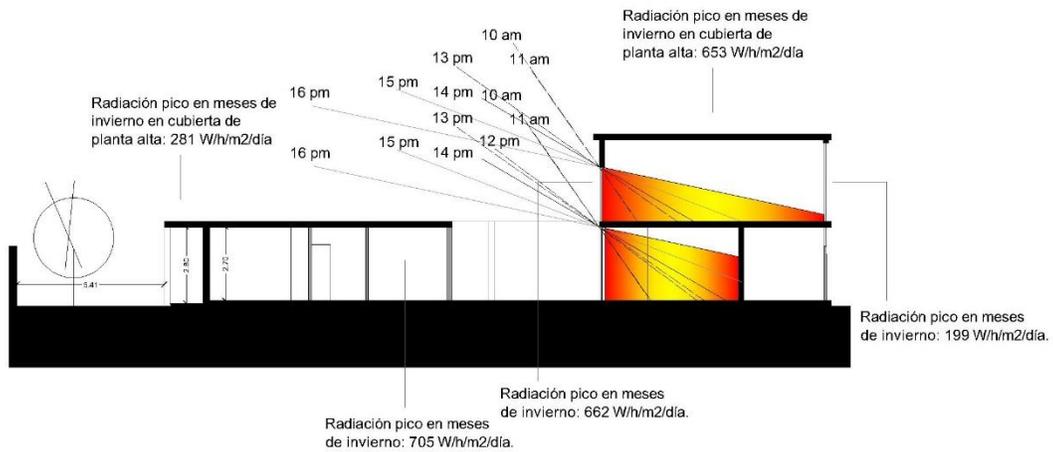


Ilustración 1. Ángulos de elevación en invierno. Corte longitudinal. Escala 1.200. Fuente: elaboración propia

4.4.1.2 PORCENTAJES DE SUPERFICIES HUECAS Y MACIZAS

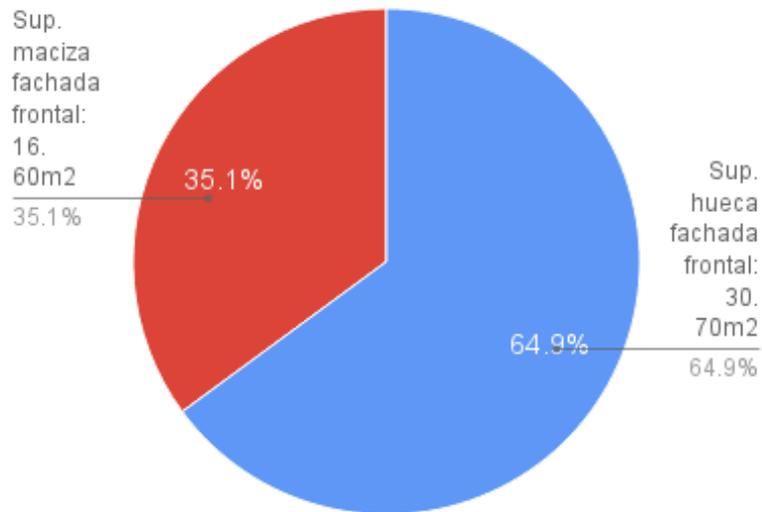


Ilustración 3. Gráfico de elaboración propia con información extraída de los planos de la vivienda

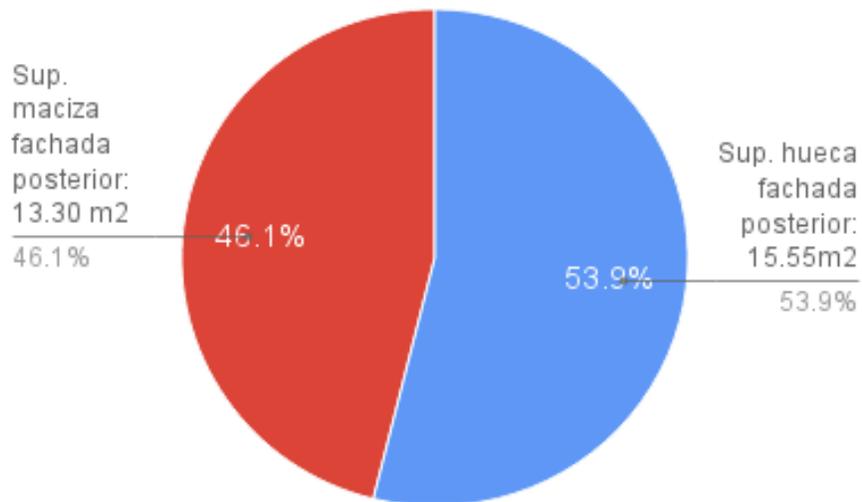


Ilustración 4. Gráfico de elaboración propia con información extraída de los planos de la vivienda

4.4.1.3 PÉRDIDAS DE CALOR.

- Muros de ladrillo común: $e = 15\text{cm}$. $U = 2.60 \text{ W/m}^2\text{k}$.
- Muros de ladrillo común: $e = 30\text{cm}$. $U = 1.75 \text{ W/m}^2\text{k}$
- Vidrios simples: $e = 3\text{mm}$. $U = 5.70 \text{ W/m}^2\text{k}$
- Marcos exteriores de doble contacto de hierro con perfiles: $U = 5.70 \text{ W/m}^2\text{k}$
- Transmitancia de la ventana: $1.96 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Losa de hormigón armado, contrapiso de hormigón pobre para pendiente, cielorraso a la cal aplicado, aislamiento hidrófugo. **U de la losa: $1.54 \text{ W/m}^2\text{k}$**
- Transmitancia media ponderada (U_{mp})⁵ fachada frontal: $(1.96 \text{ W/m}^2\text{k} * 30.70\text{m}^2) / 47.30\text{m}^2 + (2.60 \text{ W/m}^2\text{k} * 16.60\text{m}^2) / 47.30\text{m}^2 = \text{Ump frente} = \mathbf{2.18 \text{ W/m}^2\text{k}}$.
- Transmitancia media ponderada (U_{mp}) fachada posterior:
 $(1.96 \text{ W/m}^2\text{k} * 15.55\text{m}^2) / 28.85\text{m}^2 + (2.6 \text{ W/m}^2\text{k} * 13.30\text{m}^2) / 28.85 \text{m}^2 = \mathbf{2.24 \text{ W/m}^2\text{k}}$

4.4.1.4 PUNTOS DÉBILES DETECTADOS.

- Cubierta planta alta y planta baja en contacto con el exterior.
- Superficie vidriada en fachada frontal.
- Superficie vidriada en fachada posterior.
- Superficie maciza en fachada posterior.

Tras haber analizado el comportamiento de la envolvente se entiende que la intervención principal debe ser en la cubierta de planta alta, ya que recibe los picos de radiación solar más altos y su transmitancia para no dejar pasar este calor es muy elevada, como también en el invierno que permite que se escape el calor del interior de la vivienda. La cubierta de planta baja recibe sombra de la planta alta y cuando mayor sol recibe ya es pasado el mediodía por lo que la radiación es bastante menor.

⁵ Transmitancia media ponderada (U_{mp}): la expresión media refiere al análisis en una partición de todas las capas que componen esta unidad de superficie, desde la capa de terminación exterior a la interior por unidad de superficie. "NUMEROS GORDOS. TRANSMITANCIA MEDIA COEFICIENTE DE PÉRDIDAS G"-Taller de Materialidad II Di Bernardo.



Como segunda intervención se encuentra la superficie vidriada de la fachada frontal, como se puede observar en los gráficos, su superficie es considerablemente mayor a la superficie maciza y al tener prestaciones malas hace que se pierda y se gane calor en abundancia tanto en invierno como en verano respectivamente.

En la fachada posterior la superficie vidriada también es mayor que la maciza por eso se encuentra en tercer lugar, ya que al incorporar las carpinterías del frente por el interior, debería realizarse en toda la vivienda para no perder la homogeneidad.

Por último, la intervención en la superficie maciza, ya que su mejora posee menores repercusiones en el comportamiento global, aunque su coste es el de menor porte.

4.4.2 Casa "Busso"

4.4.2.1 GANANCIAS DE CALOR

La cubierta en verano desde las 10 de la mañana hasta las 15 hs es castigada por la radiación solar directa con ángulos que oscilan entre 60 y 77°.

Esta situación genera un sobrecalentamiento de la losa de la planta alta.

Llega a 1074 W/h/m² la radiación pico en los meses de verano.

Cuando se observa la fachada frontal en la época estival hay sobrecalentamiento por el ingreso de la radiación solar durante todo el horario de la tarde, desde las 14 horas hasta las 18 que se esconde el sol. Un 70% de la superficie de fachada es vidriada es por eso que se sobrecaliente el ambiente por el ingreso de la radiación solar directa.

Con respecto a la fachada posterior el sobrecalentamiento por radiación solar se produce de las 8 de la mañana hasta las 13 hs. En este caso la superficie maciza tiene un porcentaje considerable y se ha de tener en cuenta que al ser el sol de la mañana los dormitorios se encuentran frescos por la noche anterior.

Por otro lado, en los meses de invierno el ingreso de la radiación solar es favorable para mantener los ambientes más calientes e iluminados. Aunque se debe tener en cuenta que en el caso de la fachada posterior recibe una radiación pico de 708 Wh/m², bastante elevada por ser meses de frío.

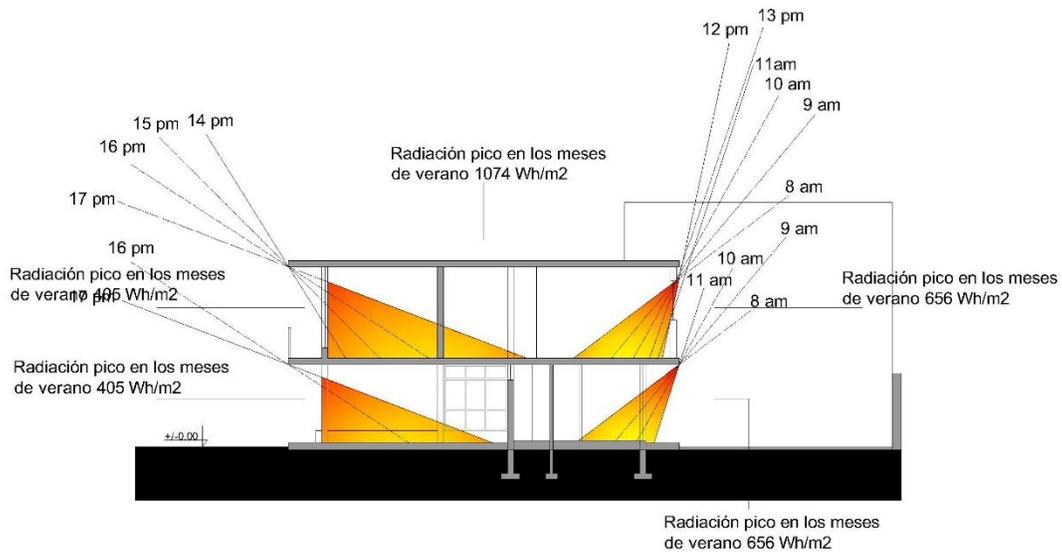


Ilustración 5. Ángulos de elevación en verano. Corte longitudinal. Escala 1.200. Gráfico elaboración propia

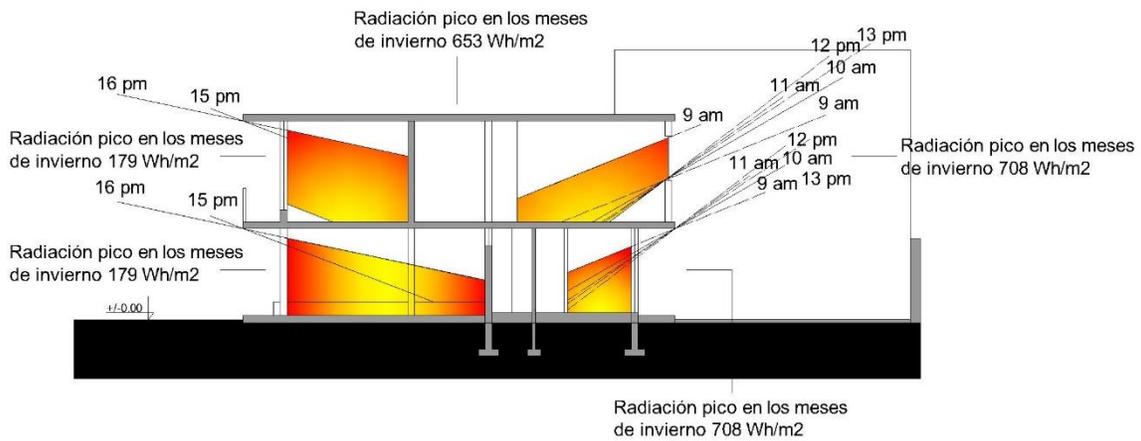


Ilustración 6. Ángulos de elevación en invierno. Corte longitudinal. Escala 1.200. Gráfico elaboración propia

4.4.2.2 PORCENTAJES DE SUPERFICIES HUECAS Y MACIZAS

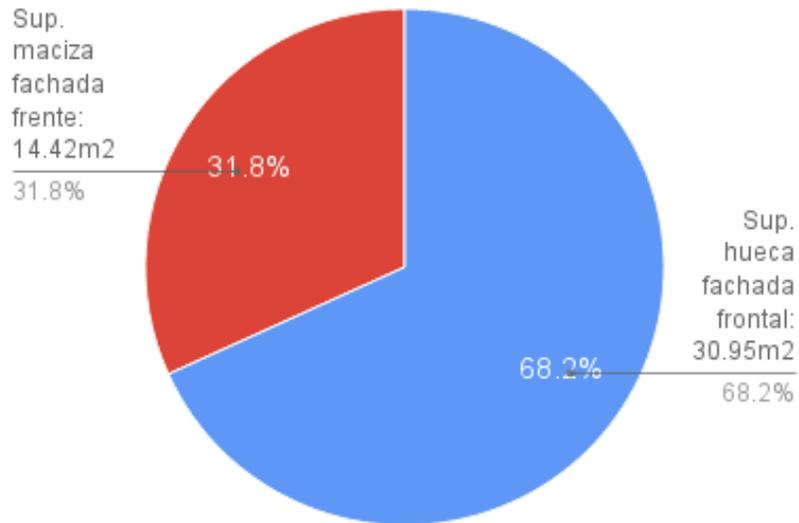


Ilustración 7. Gráfico de elaboración propia con información extraída de los planos de la vivienda.

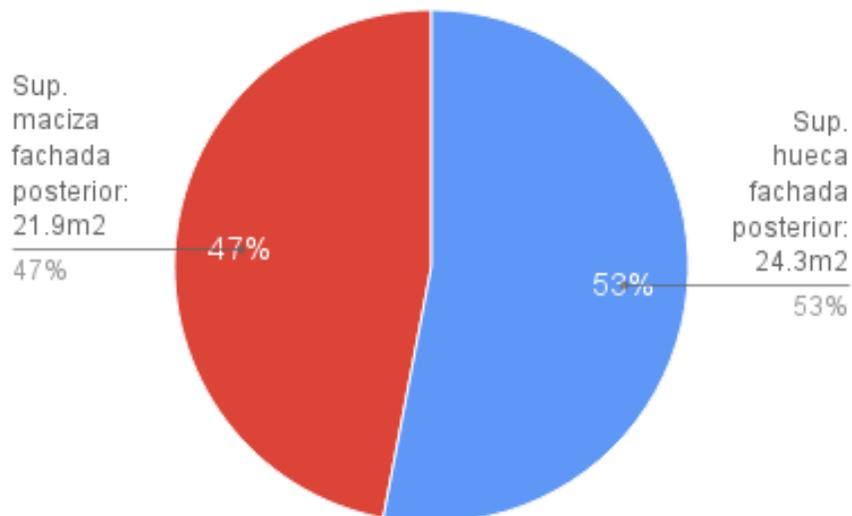


Ilustración 8. Gráfico de elaboración propia con información extraída de los planos de la vivienda.

4.4.2.3 PÉRDIDAS DE CALOR

- Muros de ladrillo común: e= 15cm. U= 2.60 W/m²°k
- Muros de ladrillo común: e= 30cm. U= 1.75 W/m²°k
- Vidrios simples y transparentes: e= 3mm. U= 5.70 W/m²°k.
- Marcos exteriores de doble contacto de hierro con perfiles macizos. U del marco = 5.70 W/m²°k
- Transmitancia de la ventana: 1.96 W/m²°K
- Las ventanas de la fachada frontal tienen por el interior cortinas americanas de aluminio sin aislamiento: sólo evitan el paso del sol no deseado.
- Losa de hormigón armado, contrapiso de hormigón pobre para pendiente, cielorraso a la cal aplicado + aislamiento hidrófugo. Superficie de la losa: 115.5 m². **U losa 1.54 W/m²°k**.
- Transmitancia media ponderada (Ump)⁶ fachada frontal:

$$(1.96 \text{ W/m}^2\text{k} * 30.95\text{m}^2) / 45.37\text{m}^2 + (2.60 \text{ W/m}^2\text{k} * 14.42\text{m}^2) / 45.37\text{m}^2 = \mathbf{2.15 \text{ W/m}^2\text{k}}$$
- Transmitancia media ponderada (Ump) fachada posterior:

$$(1.96 \text{ W/m}^2\text{k} * 24.3\text{m}^2) / 46.20\text{m}^2 + (2.6 \text{ W/m}^2\text{k} * 21.9\text{m}^2) / 46.20 \text{ m}^2 = \mathbf{2.26 \text{ W/m}^2\text{k}}$$

4.4.2.4 PUNTOS DÉBILES DETECTADOS

- Cubierta
- Superficie vidriada fachada frontal
- Superficie vidriada fachada posterior.
- Superficie maciza fachada posterior.

En este caso, los planteos de las intervenciones son muy similares a la vivienda “Pérez Duprat”. Las características de estas dos viviendas son muy similares ya que las propiedades de sus elementos constructivos son muy parecidas.

⁶ Transmitancia media ponderada (Ump): la expresión media refiere al análisis en una partición de todas las capas que componen esta unidad de superficie, desde la capa de terminación exterior a la interior por unidad de superficie. “NUMEROS GORDOS. TRANSMITANCIA MEDIA COEFICIENTE DE PÉRDIDAS G”-Taller de Materialidad II Di Bernardo.



En este caso la principal intervención, también, se plantea en la cubierta porque recibe la radiación solar más alta y esto afecta directamente el interior de la vivienda sobrecalentando los ambientes y en el caso del invierno dejando escapar el calor.

4.4.3 Casa "Sosa"

4.4.3.1 GANANCIAS DE CALOR

En el caso de esta vivienda, en los meses de verano la cubierta recibe alta radiación solar directa 1070 Wh/m², pero posee aislamiento de poliestireno expandido y empastado de vermiculita del momento en que se construyó.

En la fachada frontal hay sobrecalentamiento por el ingreso de la radiación solar durante todo el día, el living se encuentra en el medio de los dos patios, recibiendo el sol por las mañanas del noreste y el sol por las tardes del noroeste con todos sus lados huecos de grandes dimensiones (de piso a losa).

Por otro lado, los dormitorios reciben la radiación solar de las mañanas, hasta las 12 del mediodía. Esto podría producir un sobrecalentamiento en este sector.

El área de servicios, tanto en verano como en invierno, recibe gran cantidad de radiación solar, 523 Wh/m², llegando a tener casi la misma cantidad de radiación que la fachada frontal que está orientada al noreste.

Todas las áreas de la vivienda se encuentran rodeadas por superficies vidriadas de gran tamaño, de piso a losa en todos los casos.

A través del patio central se producen grandes pérdidas de calor, ya que éste tiene grandes dimensiones y posee sus cuatro caras vidriadas con vidrios simples.

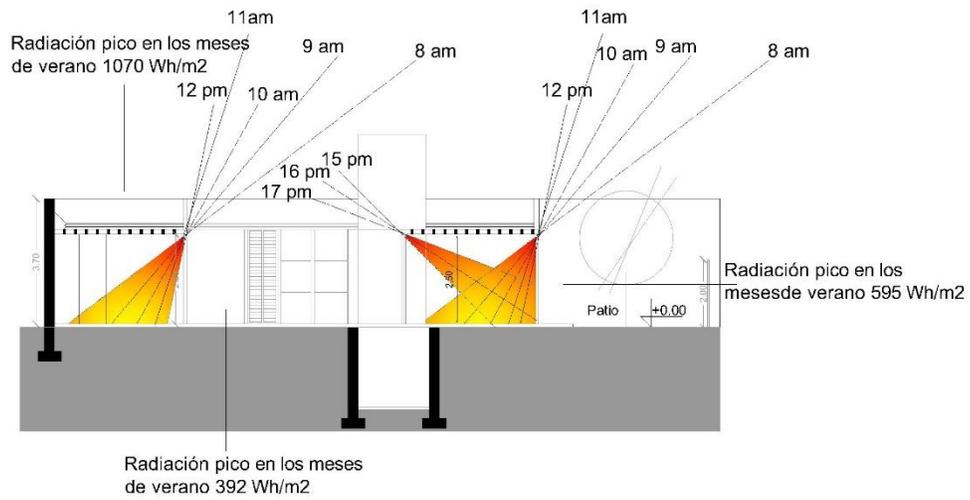


Ilustración 9. Ángulos de elevación en verano. Corte longitudinal. Escala 1. 200. Gráfico elaboración propia

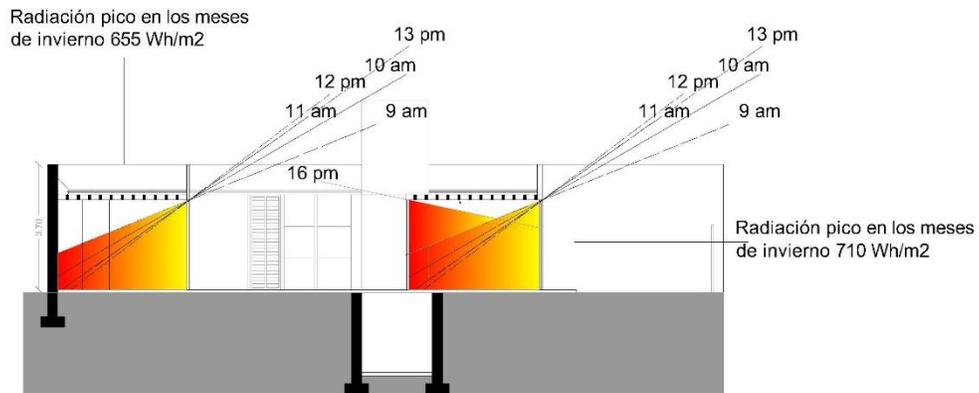


Ilustración 10. . Ángulos de elevación en invierno. Corte longitudinal. Escala 1. 200. Gráfico elaboración propia

4.4.3.2 PORCENTAJES DE SUPERFICIES HUECAS Y MACIZAS

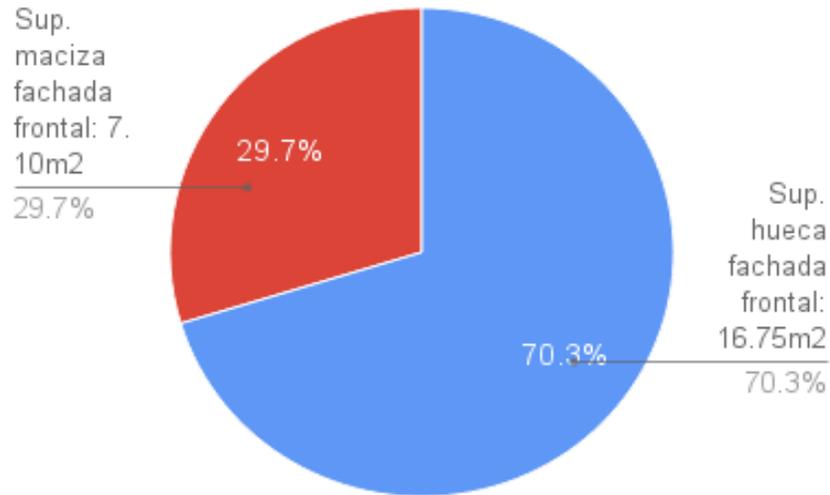


Ilustración 11. Gráfico de elaboración propia con información extraída de los planos de la vivienda

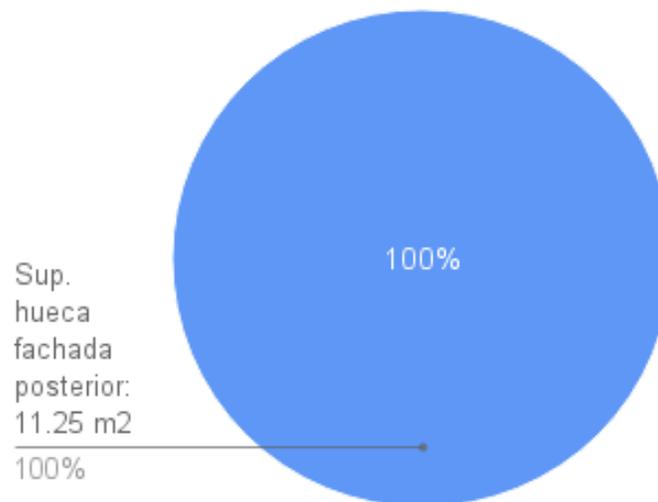


Ilustración 12. Gráfico de elaboración propia con información extraída de los planos de la vivienda

4.4.3.3 PÉRDIDAS DE CALOR.

- Muros de ladrillo común (interiores): $e = 15\text{cm}$. $U = 2.60 \text{ W/m}^2\text{k}$.
- Muros de ladrillo común (medianera): $e = 30\text{cm}$. $U = 1.75 \text{ W/m}^2\text{k}$
- Vidrios simples: $e = 3\text{mm}$. $U = 5.70 \text{ W/m}^2\text{k}$
- Cubierta: grilla estructural de 0.40×0.40 en madera dura de $2'' \times 4''$ con poliestireno expandido de 0.025 metros sobre terciado de 5mm . Vermiculita empastada pendiente 2% . Cubierta de chapas lisas de acero galvanizada Nº 24 uniformemente soldadas con juntas de dilatación. **$U = 0.77 \text{ W/m}^2\text{k}$**
- Superficie vidriada del patio central: 46.77 m^2 . **$U = 5.70 \text{ W/m}^2\text{k}$**
- Transmitancia media ponderada (U_{mp})⁷ fachada frontal:
 $(5.70 \text{ W/m}^2\text{k} * 16.75\text{m}^2) / 23.85\text{m}^2 + (2.60 \text{ W/m}^2\text{k} * 7.10 \text{ m}^2) / 23.85\text{m}^2$ **$4.77\text{W/m}^2\text{k}$** .⁸
- Transmitancia media ponderada (U_{mp}) fachada posterior:
 $(5.7 \text{ W/m}^2\text{k} * 11.25\text{m}^2) / 11.25\text{m}^2 =$ **U_{mp} posterior = $5.70 \text{ W/m}^2\text{k}$**

4.4.3.4 PUNTOS DÉBILES DETECTADOS

- Superficie vidriada patio central.
- Superficie vidriada fachada frontal (living)

La casa "Sosa" posee un alto porcentaje de superficies vidriadas, de hecho, la casa se desarrolla en torno a dos patios completamente vidriados, es por eso que la principal intervención se plantea en el patio central ya que posee mayor superficie de vidrio que la fachada del living que se plantea como segunda intervención, siendo esta también vidriada en su totalidad. Igualmente sería poco coherente intervenir una y la otra no, ya que se estaría solucionando el problema por la mitad. En esta vivienda la cubierta ya se encuentra aislada térmicamente desde el momento de su construcción en la década del 60.

⁷ Transmitancia media ponderada (U_{mp}): la expresión media refiere al análisis en una partición de todas las capas que componen esta unidad de superficie, desde la capa de terminación exterior a la interior por unidad de superficie. "NUMEROS GORDOS. TRANSMITANCIA MEDIA COEFICIENTE DE PÉRDIDAS G"-Taller de Materialidad II Di Bernardo.

⁸ En la transmitancia media ponderada se toma la transmitancia del vidrio porque las ventanas no tienen marco.

4.4.4 Casa “Santa Cruz”

4.4.4.1 GANANCIAS DE CALOR

Esta vivienda tiene la particularidad de tener ventanas cenitales, lo que provoca haya mayor iluminación y entrada de radiación solar.

Según el cálculo de radiación solar en la cubierta en los meses de verano es de 1073 Wh/m², mientras que en los meses de invierno es de 541 Wh/m².

La fachada frontal es maciza en un 95%.

Con respecto a la fachada lateral, en los meses de verano, los dormitorios reciben la radiación directa, tanto en planta alta, como en el dormitorio que tiene conexión directa con el patio, desde las 8 de la mañana hasta las 12 del mediodía. Durante toda la tarde por los ventanales del patio y la ventana cenital ingresa luz profunda y alta.

En invierno el sol de las 16 y 17 hs por su ángulo de elevación puede provocar deslumbramiento.

Esta vivienda tiene la particularidad, como la casa Sosa, de tener un patio en el centro que divide el sector privado del sector público de la vivienda. Este patio posee ventanales de piso a losa y abarcan una superficie importante. A través de este patio se recibe gran proporción del sol en el living por las mañanas y por las tardes en los dormitorios. La radiación pico en los meses de verano es alrededor de 500 Wh/m² mientras que en invierno es de 640 Wh/m².

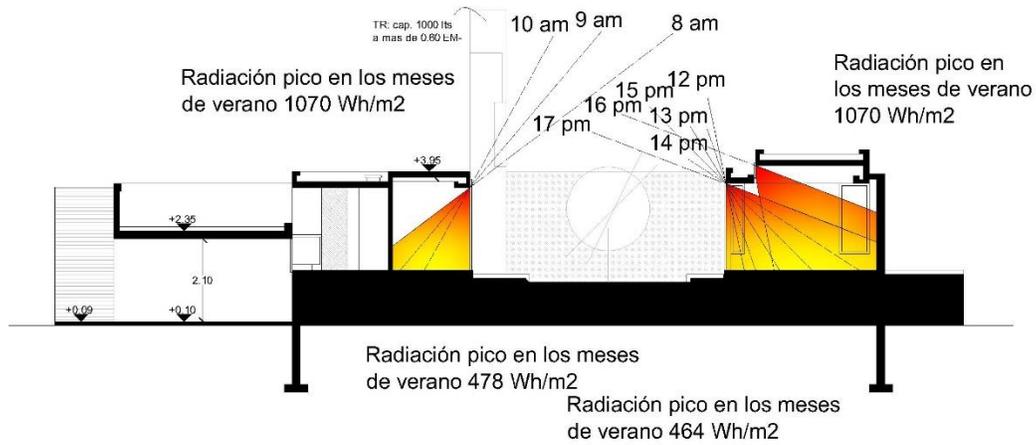


Ilustración 14. Ángulos de elevación en verano. Corte longitudinal. Escala 1.200. Gráfico elaboración propia.

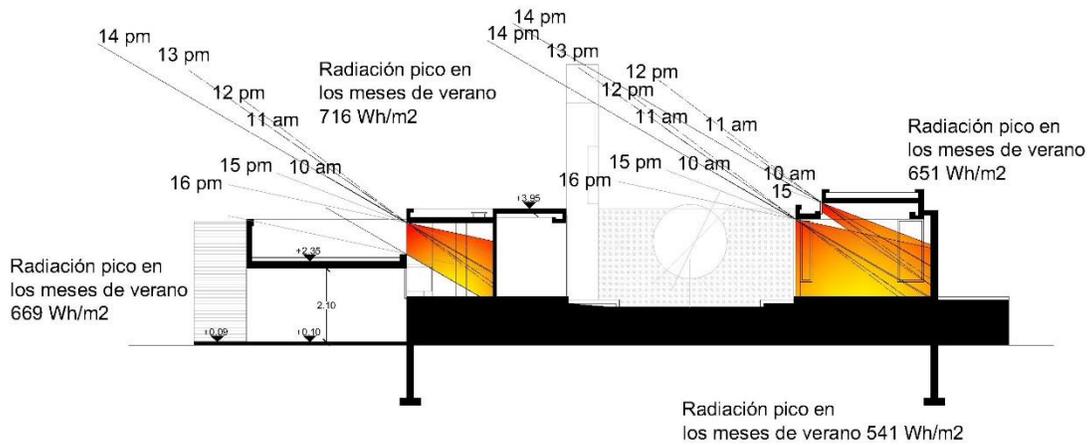


Ilustración 13. Ángulos de elevación en invierno. Corte longitudinal. Escala 1.200. Gráfico elaboración propia

4.4.4.2 PORCENTAJES DE SUPERFICIES HUECAS Y MACIZAS

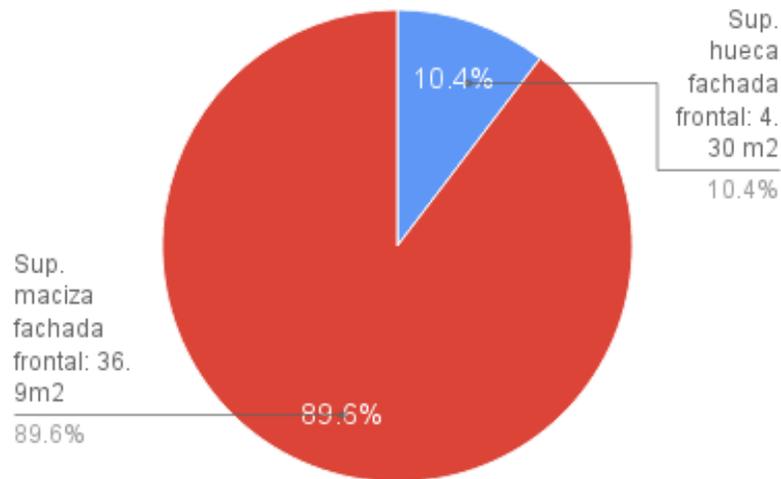


Ilustración 15. Gráfico de elaboración propia con información extraída de los planos de la vivienda

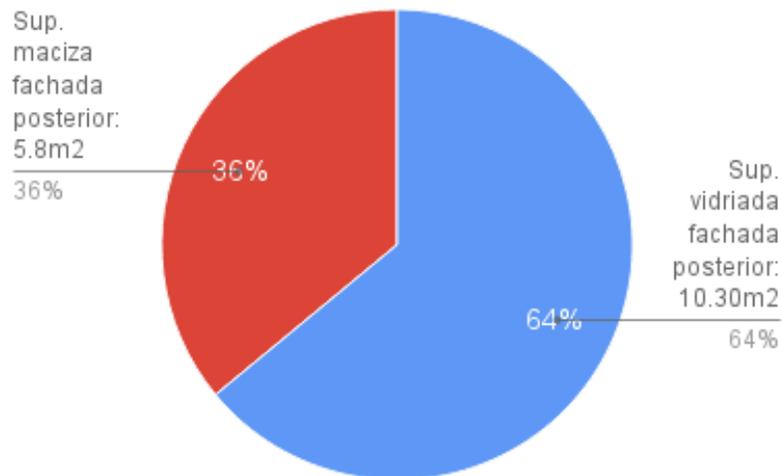


Ilustración 16. Gráfico de elaboración propia con información extraída de los planos de la vivienda

4.4.4.3 PÉRDIDAS DE CALOR

- Muros de ladrillo común (interiores) ambas caras revocadas: $e= 15\text{cm}$. $U= 2.60 \text{ W/m}^2\text{k}$.
- Muros de ladrillo común (medianera) ambas caras revocadas: $e= 30\text{cm}$. $U= 1.75 \text{ W/m}^2\text{k}$
- Vidrios simples: $e= 3\text{mm}$. $U= 5.70 \text{ W/m}^2\text{k}$
- Carpinterías de madera: $U= 2.4 \text{ w/M}^2\text{k}$
- Superficie vidriada del patio central: 34.75 m^2 . Se toma la transmitancia del vidrio ya que no posee marcos. $U= 5.70 \text{ W/m}^2\text{k}$
- Cubierta: Losa de hormigón armado según cálculo. Aislación: vermiculita, 7 capas de pintura asfáltica. $U= 1.85 \text{ W/m}^2\text{k}$
- Transmitancia media ponderada (U_{mp})⁹ fachada frontal: $(5.70 \text{ W/m}^2\text{k} * 4.30 \text{ m}^2) / 41.20\text{m}^2 + (2.60 \text{ W/m}^2\text{k} * 36.9 \text{ m}^2) / 41.20\text{m}^2 = 2.90 \text{ W/m}^2\text{k}$.¹⁰
- Transmitancia media ponderada (U_{mp}) fachada posterior:
 $(5.7 \text{ W/m}^2\text{k} * 10.30 \text{ m}^2) / 16.10 \text{ m}^2 + (2.60\text{W/m}^2\text{k} * 5.80 \text{ m}^2) / 16.10\text{m}^2 = 4.57 \text{ W/m}^2\text{k}$

4.4.4.4 PUNTOS DÉBILES DETECTADOS

- Superficie vidriada que rodea el patio central
- Superficie maciza de fachada frontal y dormitorios del fondo.
- Cubierta planta alta.

Al igual que como se plantea en la casa “Sosa”, la principal intervención se desarrolla en el patio central ya que posee una superficie vidriada de gran importancia con malas prestaciones y, por sus dimensiones, viendo el recorrido del sol posee la mayor parte de su superficie en sombra, recibiendo solo una de sus caras una alta radiación solar por lo que puede ser muy frío en los meses de invierno.

⁹ Transmitancia media ponderada (U_{mp}): la expresión media refiere al análisis en una partición de todas las capas que componen esta unidad de superficie, desde la capa de terminación exterior a la interior por unidad de superficie. “NUMEROS GORDOS. TRANSMITANCIA MEDIA COEFICIENTE DE PÉRDIDAS G”-Taller de Materialidad II Di Bernardo.

¹⁰ En la transmitancia media ponderada se toma la transmitancia del vidrio porque las ventanas no tienen marco.



En segundo lugar, se plantea la intervención de la superficie maciza en la fachada frontal, siendo que esta tiene gran repercusión en el interior de la vivienda y su coste es bajo. Esta fachada corresponde al dormitorio en planta alta, y también se considera en esta intervención la superficie maciza del resto de la vivienda, correspondiéndose con los dormitorios que se encuentran en la parte posterior de la planta.

Por último, se interviene la cubierta, siendo la de planta alta la más perjudicada, ya que la superficie de la terraza no llega a picos de radiación solar tan altos por la sombra que se le proyecta, pero el resto de la cubierta a lo largo de la vivienda también es castigada por los picos de radiación solar elevados.

Vale destacar que el comportamiento de la cubierta de esta vivienda es mejor que las cubiertas de las viviendas “Pérez Duprat” y “Busso”:

4.5 CUANTIFICACIÓN DE LA EFICIENCIA DE LAS POSIBLES INTERVENCIONES EN LOS PUNTOS DÉBILES DETECTADOS.

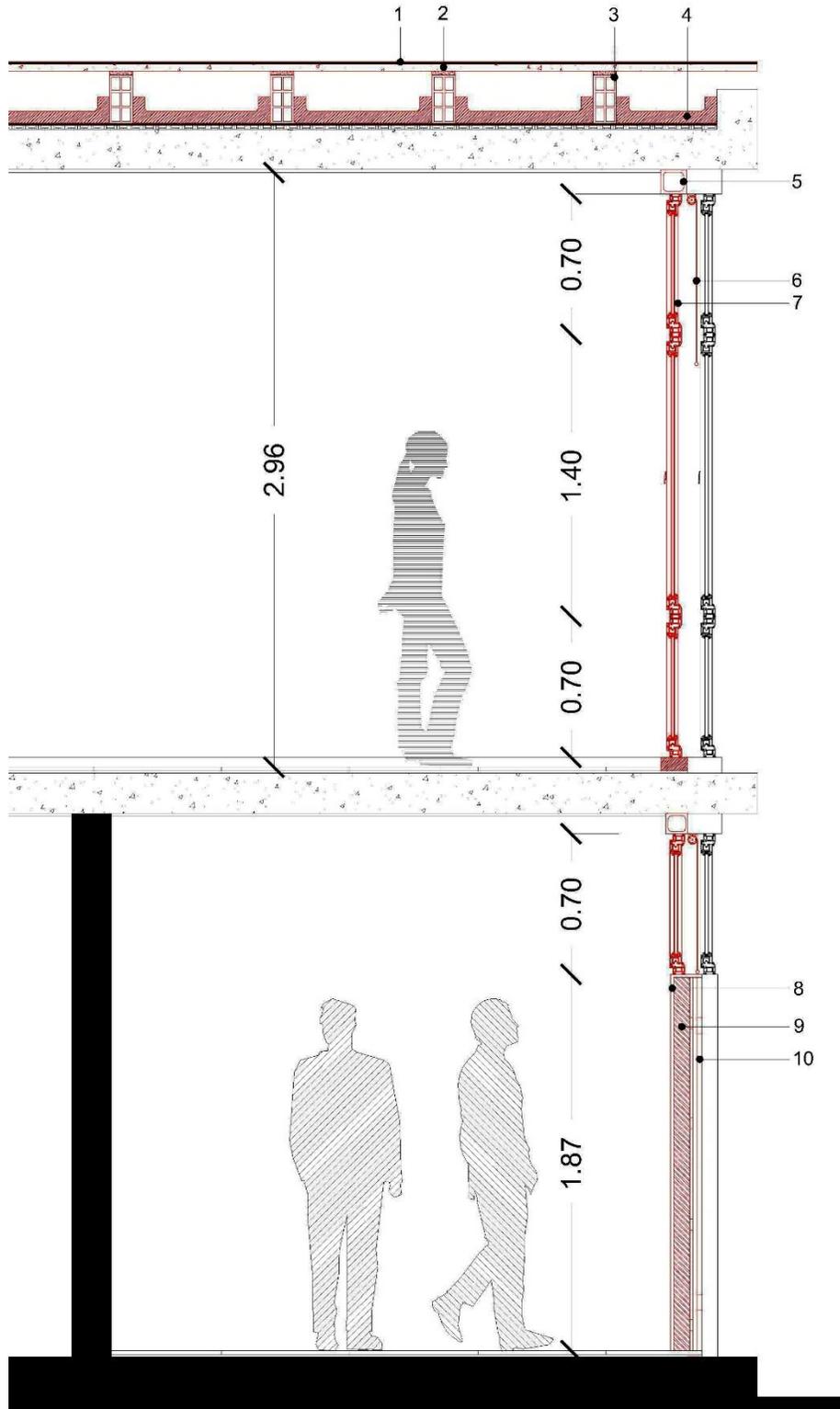


Ilustración 17. Detalle constructivo de la Casa "Pérez Duprat" para ejemplificar las intervenciones que se plantean. Escala 1.25. (Gráfico elaboración propia).

4.5.1 INTERVENCIÓN 1: AISLAMIENTO EN CUBIERTA POR EL EXTERIOR + CÁMARA DE AIRE.

Las cubiertas de las viviendas analizadas en este trabajo son, en su mayoría, cubiertas planas de hormigón armado y sin ningún aislamiento térmico. Algunas de estas cubiertas poseen aislamiento hidrófugo como ser pintura asfáltica, son excepcionales los casos donde poseen vermiculita para aislar térmicamente, en esos casos no se aplicaría esta intervención.



Imagen 13. Fuente: Internet

La intervención de cubierta se plantea por el exterior adicionando sobre la última capa de pintura bituminosa, ésta se encuentra sobre el contrapiso de hormigón pobre (éste debe estar en muy buenas condiciones), una lámina geotextil, una placa de poliestireno extruido de 60 mm de espesor y para disminuir el efecto de la radiación solar directa, que como se ha visto es muy elevada, se plantea un pavimento sobre- elevado impermeabilizado generando una cámara de aire ventilada.

- 1) Impermeabilización.
- 2) Capa de mortero para generar pendiente.
- 3) Ladrillo cerámico de 12x18x33
- 4) Plancha de poliestireno extruido de 60 mm

COSTE APROXIMADO¹¹:

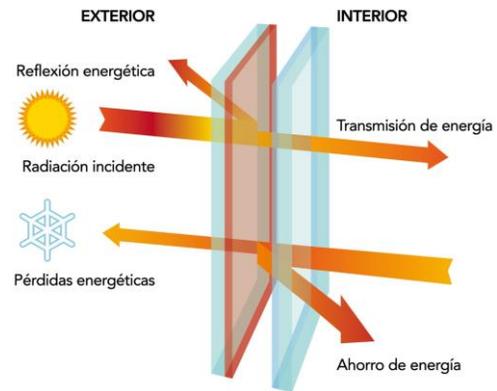
- €65 por m2. de cubierta nueva.

¹¹ Precios aproximados extraídos de Generador de precios de CYPE INGENIEROS.
<http://www.generadordeprecios.info/>

4.5.2 INTERVENCIÓN 2: INCORPORACIÓN DE CARPINTERÍA NUEVA POR EL INTERIOR.

Las prestaciones de las carpinterías existentes en las viviendas racionalistas son de muy baja calidad. Los vidrios simples presentan altas transmitancias y sus marcos, ya sea los de hierro como los de madera, también.

Se plantea la incorporación de carpinterías nuevas de aluminio con rotura de puente térmico por el interior, dejando una cámara de aire entre ambas ventanas donde se colocará una protección solar.



Las carpinterías nuevas poseen doble acristalamiento con cámara de aire y control solar.

- 5) Perfil cuadrado para soporte de carpintería nueva.
- 6) Protección solar.
- 7) Carpintería nueva de aluminio con rotura de puente térmico y doble vidrio con cámara de aire.

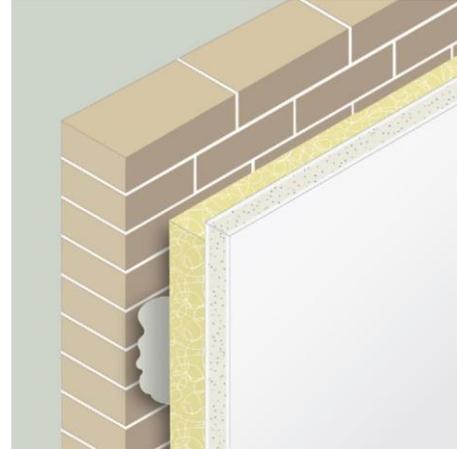
COSTE APROXIMADO¹²:

- €330 por carpintería practicable nueva.
- €183 por carpintería nueva fija.
- € 300 por estor enrollable micro perforada de 2.00 x 0.70 m
- €215 por estor enrollable micro perforada de 0.70 x 0.75 m.

¹² Precios extraídos de Generador de precios de rehabilitación de España. CYPE INGENIEROS.

4.5.3 INTERVENCIÓN 3: TRASDOSADO POR EL INTERIOR DEL MURO.

En el caso de las superficies macizas se plantea un trasdosado con aislamiento, ya que las viviendas no poseen de ningún tipo en sus muros. Se realiza por el interior para no alterar la fachada original, como se ha mencionado, al tener un grado de protección estructural no es posible modificar su fachada, adicionando placa de lana mineral de 80 mm revestida por una placa de yeso laminado visto.



- 8) Trasdoso de placa de yeso de 15 mm de espesor
- 9) Aislamiento de lana mineral de 80 mm de espesor.
- 10) Cámara de aire de 20 cm.

COSTE ESTIMADO: €38 por m².¹³

Las intervenciones en las distintas viviendas serán similares a las que se plantean en el gráfico anterior.

La jerarquización de las intervenciones va a variar dependiendo de la vivienda que se trate como se puede observar en el desarrollo del punto 4.4.

Los precios son estimativos extraídos del Generador de precios de CYPE Ingenieros.

A continuación, se aplica el coste económico estimado a la intervención en la vivienda “Pérez Duprat” para tener referencia del valor total de la intervención

¹³ Precios extraídos de Generador de precios de rehabilitación de España. CYPE INGENIEROS.

4.5.4 INTERVENCIONES APLICADAS A LA CASA PÉREZ DUPRAT

Como bien se ha concluido en el punto 4.4 donde se desarrolla el análisis de cada vivienda, que en el caso de la casa “Pérez Duprat” la intervención prioritaria es la cubierta de planta alta, ya que ésta recibe los picos de radiación solar más altos y su transmitancia para no dejar pasar el calor es muy elevada, como también en el invierno que permite que se escape el calor del interior de la vivienda.

En segundo lugar, se interviene la superficie vidriada de la fachada frontal para luego intervenir la superficie vidriada de la fachada posterior, dejando en último lugar la intervención en la superficie maciza.

INTERVENCIÓN EN CUBIERTA: **€6422**

- €65 por metro cuadrado.

Cubierta planta baja: $37.8 \text{ m}^2 \times € 65 = €2457$

Cubierta planta alta: $61 \times € 65 = €3965$

INTERVENCIÓN EN SUPERFICIE VIDRIADA FACHADA FRONTAL: **€13940**

- €330 por carpintería practicable nueva.
- €183 por carpintería nueva fija.
- € 300 por estor enrollable micro perforada de 2.00 x 0.70 m
- €215 por estor enrollable micro perforada de 0.70 x 0.75 m.

Planta alta:

Ventanas practicable planta: $10 \times €330 = €3300$

Ventanas fijas: $20 \times €183 = €3660$

10 paños de estor enrollable 2.00 m x 0.70 m = €3000

Total= €9960



Planta baja:

Ventanas fijas: 10 x €183= €1830

10 paños de estor enrollable de 0.70 m x 0.70 m = €2150

Total= €3980

INTERVENCIÓN EN SUPERFICIE VIDRIADA FACHADA POSTERIOR: €2022

Planta alta:

Ventanas fijas: 7 x €183= €1281

Ventana dos hojas batientes de 0.70m x 0.75m de aluminio: €285

Planta baja:

Ventana dos hojas batientes de 2.10m x 1.20m de aluminio: €456.

INTERVENCIÓN EN SUPERFICIE MACIZA EN FACHADA POSTERIOR: €505

Superficie planta baja + superficie planta alta: 13.30m².

Total: 13.30m² x €38= €505

COSTE DE INTERVENCIÓN TOTAL DE LA VIVIENDA: €22889

4.6 CÁLCULO DE GANANCIAS Y PÉRDIDAS TÉRMICAS

4.6.1 CÁLCULO DE TRANSMITANCIAS TÉRMICAS.

A continuación, se plantea el cálculo de las transmitancias térmicas y pérdidas globales de una de las 4 viviendas desarrolladas en este trabajo con la intención de ver la eficiencia de las mejoras planteadas a lo largo de la investigación.

Primero se desarrolla el comportamiento de la envolvente sin ninguna mejora y luego el mismo análisis incorporando los cambios que se plantearon en el punto anterior para comprobar el mejoramiento del comportamiento térmico.

Se toma como ejemplo la casa “Pérez Duprat”.

CALCULO DE TRANSMITANCIA DE LA CUBIERTA EXISTENTE.

Material	Espesor (m)	Conduc. térmica	Resistencia
Rsi			0.10 m ² K/W
Losa hormigón armado	0.20	0.78 W/m ² K	0.256 m ² K/W
Contrapiso	0.02	0.08 W/m ² K	0.25 m ² K/W
Rse			0.04 m ² K/W
Total			0.646 m ² K/W

Transmitancia térmica (U) = 1/Resistencia térmica.

$$U = 1/0.646 \text{ m}^2\text{K/W}$$

U CUBIERTA EXISTENTE= 1.54 W/m²K

CALCULO DE TRANSMITANCIA DE CUBIERTA MEJORADA.

La cámara de aire por encima del aislamiento no se tiene en cuenta ya que no hará variar sustancialmente los valores de las pérdidas y transmitancias.

Material	Espesor (m)	Conduc. térmica	Resistencia
Rsi			0.10 m ² K/W
Losa hormigón armado	0.20	0.78 W/m ² K	0.256 m ² K/W
Contrapiso	0.02	0.08 W/m ² K	0.25 m ² K/W
Poliestireno extruido	0.06	0.030 W/m ² K	2 m ² K/W
Rse			0.04 m ² K/W
Total			2.64 m ² K/W

$$U = 1 / 2.64 \text{ m}^2\text{K/W}$$

U CUBIERTA MEJORADA = 0.37 W/m²K.

CUMPLE CON EL NIVEL B DE TRANSMITANCIA DE TECHOS PARA CONDICIONES DE VERANO.

en W/m².K

Zona Bioambiental	Nivel A	Nivel B	Nivel C
I y II	0,18	0,45	0,72
III y IV	0,19	0,48	0,76

CÁLCULO TRANSMITANCIA CARPINTERÍA EXISTENTE

Material	Espesor (m)	Conduc. térmica	Resistencia
Rsi			0.13 m ² K/W
Vidrio simple	0.03		0.17 m ² K/W
Marco hierro			0.17 m ² K/W
Rse			0.04 m ² K/W
Total			0.51 m ² K/W

$$U = 1 / 0.51 \text{ m}^2\text{K/W}$$

U CARPINTERÍA EXISTENTE = 1.96 W/m²K.

CÁLCULO TRANSMITANCIA CARPINTERÍA NUEVA.

Material	Espesor (m)	Conduc. térmica	Resistencia
Rsi			0.13 m ² °K/W
Doble vidrio c/ cámara de aire 4-8-4 ¹⁴	4-8-4		0.55 m ² °K/W
Marco aluminio con RPT			0.32 m ² °K/W
Cámara de aire s/ ventilar			0.16 m ² °K/W
Carpintería existente			0.51m ² °K/W
Rse			0.04 m ² °K/W
Total			1.71 m ² °K/W

$U = 1/1.71 \text{ m}^2\text{°K/W}$

U CARPINTERÍA NUEVA + CÁMARA DE AIRE + CARPINTERÍA EXISTENTE = 0.58 W/m²°K

CALCULO DE TRANSMITANCIA SUPERFICIE MACIZA EXISTENTE.

U MURO EXISTENTE= 2.60 W/m²°K.

CALCULO DE TRANSMITANCIA MACIZA MEJORADA.

Material	Espesor (m)	Conduc. térmica	Resistencia
Rsi			0.13 m ² °K/W
Ladrillo común	0.15	0.8 W/m°K	0.187 m ² °K/W
Lana mineral	0.06	0.035 W/m°K	1.71 m ² °K/W
Placa de yeso	0.015	0.40 W/m°K	0.037 m ² °K/W
Rse			0.04 m ² °K/W
Total			2.1 m ² °K/W

$U = 1/ 2.1 \text{ m}^2\text{°K/W}$

U MURO MEJORADO= 0.47 W/m²°K

¹⁴ Valor aproximado según IDAE.

CÁLCULO DE TRANSMITANCIA MEDIA PONDERADA MEJORADA:

- Transmitancia media ponderada (Ump)¹⁵ fachada frontal: $(0.58 \text{ W/m}^2\text{k} * 30.70\text{m}^2) / 47.30\text{m}^2 + (0.47 \text{ W/m}^2\text{k} * 16.60\text{m}^2) / 47.30\text{m}^2 = \text{Ump frontal} = 0.53 \text{ W/m}^2\text{k}.$
- Transmitancia media ponderada (Ump) fachada posterior:
 $(0.58 \text{ W/m}^2\text{k} * 15.55\text{m}^2) / 28.85\text{m}^2 + (0.47 \text{ W/m}^2\text{k} * 13.30\text{m}^2) / 28.85 \text{m}^2 =$

Ump posterior = 0.51 W/m²K

en W/m².K

Zona Bioambiental	Nivel A	Nivel B	Nivel C
I y II	0,45	1,10	1,80
III y IV	0,50	1,25	2,00

CUMPLE CON EL NIVEL B EN MUROS PARA CONDICIONES DE VERANO Y ESTÁ MUY CERCA DEL NIVEL A.

¹⁵ Transmitancia media ponderada (Ump): la expresión media refiere al análisis en una partición de todas las capas que componen esta unidad de superficie, desde la capa de terminación exterior a la interior por unidad de superficie. "NUMEROS GORDOS. TRANSMITANCIA MEDIA COEFICIENTE DE PÉRDIDAS G"-Taller de Materialidad II Di Bernardo.



4.6.2 CÁLCULO DE LAS PÉRDIDAS GLOBALES.¹⁶

- ENVOLVENTE EXISTENTE

Datos generales:

Localidad: La Plata- Provincia de Buenos Aires.

Zona Bioambiental: IIIb (templada cálida)

°D base 18: 1178°C

Renovaciones de aire: 2

- Planta baja + Planta alta

Superficie calefaccionada: 168.4 m²

Volumen: 473 m³

Perímetro en contacto con el suelo: 58 m.

G cal admisible: 1.50 W/m³K (Calculado por interpolación lineal desarrollado en ANEXO)

Superficie muro exterior: 35 m²

Superficie del techo en contacto con el exterior: 99.85 m²

Superficie del techo en contacto con otro local: 61 m²

Superficie de ventanas y puertas exteriores: 63.2 m²

U muro: 2.6 W/m²K

U techo: 1.54 W/m²K

U ventanas (marco de hierro + vidrio simple): 1.96 W/m²K

U piso con aislación total: 0.93 W/m²K.

¹⁶ Cálculo extraído de la Norma IRAM N° 11604. Página 11. Cálculo del coeficiente volumétrico de pérdidas de calor (Gcal)

Elemento	Descrip.	Sup. (m2)	Coef.	U (W/m2°K)	Pérdida (W°K)
Muro exterior	Ladrillo común	35	1	2.60	91
Techo contacto otro local	Losa hormigón armado	61	0.5	1.54	47
Techo contacto con exterior	Losa hormigón armado	99.85	1	1.54	154
Sumatoria pérdidas por cerramientos opacos exteriores					292

Elemento	Descrip.	Sup. (m2)	Coef.	U (W/m2°K)	Pérdida (W°K)
Ventanas y puertas	Vidrio simple	63.2	1	1.96	124
Sumatoria pérdidas por cerramientos no opacos exteriores					124

Piso contacto con terreno	Perímetro	Pp (W/m°K)	Pérdidas por piso
	58	0.93	53.94
Pérdidas volumétricas por infiltración de aire.		Calor específico del aire x nº de renov.	
		0.35 x 2 = 0.70	

Pérdidas totales por conducción: (muros + techos + aberturas + pisos) / volumen.

Pérdidas totales por conducción: 469.94 / 473 = 0.99 W/°K.

Coefficiente Gcal de proyecto: Pérdidas por conducción + renov. De aire

Coefficiente Gcal de proyecto: 0.99 W/°K + 0.70 = 1.70 W/°K

El coeficiente de proyecto debe ser menor o igual al admisible.

Gcal proy. ≤ G adm

1.70 W/°K ≤ 1.50 W/°K. NO CUMPLE.

ENVOLVENTE MEJORADA

- Planta baja + Planta alta:

Superficie calefaccionada: 168.4 m²

Volumen: 473 m³

Perímetro en contacto con el suelo: 58 m.

G cal admisible: 1.50 W/m³K (Calculado por interpolación lineal desarrollado en ANEXO)

Superficie muro exterior: 35 m²

Superficie del techo en contacto con el exterior: 99.85 m²

Superficie del techo en contacto con otro local: 61 m²

Superficie de ventanas y puertas exteriores: 63.2 m²

U muro: 0.51 W/m²K

U techo: 0.40 W/m²K

U ventanas (marco de hierro + vidrio simple): 0.58 W/m²K

U piso con aislación total: 0.93 W/m²K.

Elemento	Descrip.	Sup. (m ²)	Coef.	U (W/m ² K)	Pérdida (W°K)
Muro exterior	Ladrillo común + trasdosado	35	1	0.47	16.45
Techo contacto otro local	Losa hormigón armado	61	0.5	1.54 ¹⁷	47
Techo contacto exterior	Losa hormigón armado + aislamiento	99.85	1	0.37	37

¹⁷ Losa de planta baja no se interviene.

Sumatoria pérdidas por cerramientos opacos exteriores	100.45
---	--------

Elemento	Descrip.	Sup. (m2)	Coef.	U (W/m ² °K)	Pérdida (W°K)
Ventanas y puertas	Vidrio simple	63.2	1	0.58	36

Piso contacto con terreno	Perímetro	Pp (W/m°K)	Pérdidas por piso
	58	0.93	53.94

Pérdidas volumétricas por infiltración de aire.	Calor específico del aire x n° de renov.
	0.35 x 2 = 0.70

Pérdidas totales por conducción: (muros + techos + aberturas + pisos) / volumen.

Pérdidas totales por conducción: 190.4/ 473 = 0.40 W/°K

Coefficiente Gcal de proyecto: Pérdidas por conducción + renov. De aire

Coefficiente Gcal de proyecto: 0.40 W/°K + 0.70 = 1.10 W/°K

El coeficiente de proyecto debe ser menor o igual al admisible.

Gcal proy. ≤ G adm

1.10 W/°K ≤ 1.50 W/°K. CUMPLE.

CUADRO RESUMEN DE INTERVENCIÓN Y COSTE ECONÓMICO.

Interven ción	U térmica actual	U térmica nueva	% de Pérdida actual	% de pérdida mejorada	Precio (€)	Total €22889
Cubierta	1.54 W/m ² °K	0.37 W/m ² °K	50.7%	28.6%	6422	28 %
Sup. vidriada frente	1.96 W/m ² °K	0.57 W/m ² °K	21.5% ¹⁸	27.5% ¹⁹	13940	61%
Sup. vidriada posterior	1.96 W/m ² °K	0.58 W/m ² °K	-	-	2022	8.8 %
Sup. maciza posterior	2.60 W/m ² °K	0.47 W/m ² °K	16.4%	10.9%	505	2.2 %

Las pérdidas por piso en este caso representan el mayor porcentaje siendo de 33% en la envolvente mejorada, mientras que en la envolvente existente es del 11.9%.

Observando el cuadro resumen se puede ver que en la envolvente mejorada a través de donde hay mayores pérdidas es la cubierta, aunque en comparación con las pérdidas actuales disminuye considerablemente su incidencia ya que hoy el 50% de las pérdidas térmicas se da a través de la cubierta.

Por el contrario, la incidencia de la superficie vidriada aumentó mínimamente, pero al haber disminuido tanto la suma total, las pérdidas por el piso se volvieron las más importantes.

¹⁸ El 21.5% y el 25% de la superficie vidriada abarcan fachada frente y posterior.

¹⁹ El 21.5% y el 25% de la superficie vidriada abarcan fachada frente y posterior.



CAPÍTULO 5

5. CONCLUSIÓN

5.1 JERARQUIZACIÓN DE INTERVENCIONES PARA REHABILITACIÓN ENERGÉTICA PARA LAS VIVIENDAS ANALIZADAS.

Tras haber realizado el análisis completo de las problemáticas existentes en las viviendas, viendo como la radiación solar afecta el confort térmico de las personas, y el mal comportamiento que tiene la envolvente de estas viviendas en la actualidad y luego habiendo planteado las mejoras que se consideran convenientes para mejorar la calidad de vida de las personas que viven allí y a su vez poder disminuir los gastos de climatización necesaria para poder estar en un ambiente confortable se llega a la conclusión que la jerarquización planteada, en el caso de la casa “Pérez Duprat”, que es la vivienda que se tomó como ejemplo para llevar a cabo las intervenciones, es correcta.

En un comienzo, a simple vista, se creyó que donde se iban a producir mayores pérdidas era a través de la superficie vidriada, ya que como se pudo observar es proporcionalmente mayor con respecto a la superficie maciza siendo este un rasgo característico de este tipo de viviendas, además sabiendo que las prestaciones de los vidrios y de los marcos eran de muy baja calidad.

Tras haber realizado la cuantificación de pérdidas térmicas tanto en la planta baja como en la planta alta, se puede ver que mejorando la envolvente mejora la calidad interior de la vivienda llegando así a estar en confort térmico.

Como se había estimado en un principio la jerarquización de las intervenciones consistía en actuar primero en la cubierta para luego seguir en las superficies vidriadas y por último intervenir la superficie maciza.

Teniendo en cuenta la disminución de las pérdidas globales, y el porcentaje que cada elemento incide, se concluye que la cubierta es la que mayor afecta al momento de dejar escapar el calor en los meses de invierno como de dejarlo pasar en los meses de verano. Al mejorar la cubierta se observa como las pérdidas a través de ella disminuyen considerablemente y esto se debe principalmente a la disminución de la transmitancia térmica, ya que ambas están estrechamente relacionadas. Por otro lado, se debe tener en cuenta que al colocar un pavimento sobre elevado por encima del poliestireno extruido en la cubierta, generando una cámara de aire, la radiación solar directa que en los meses de verano tiene picos muy altos sobre ésta, ya no afectará de igual manera.

Teniendo en cuenta el precio total de la intervención global, incluyendo la incorporación de carpinterías nuevas por el interior de la vivienda, como la adición de aislamiento en cubierta y

trasdosados interiores en muros, y considerando los resultados que estas intervenciones implican, se ratifica la decisión de intervenir en la cubierta como primer recurso.

En segundo lugar, se ubica la intervención en la superficie vidriada. Colocando carpinterías nuevas y con prestaciones de mayor calidad, teniendo doble acristalamiento con cámara de aire y marcos con características buenas con rotura de puente térmico, se obtienen resultados muy favorables. Sólo que esta intervención tiene la particularidad que abarca el 60% del total del coste de la intervención total, teniendo en cuenta que esta rehabilitación se plantea para la clase media de la ciudad, que son quienes habitan este tipo de viviendas, no es compatible sobre todo por la crisis que se vive actualmente en el país.

Es por este motivo, que la realización del trasdosado interior, que es la intervención más económica, pero a su vez la que menos repercusión tiene, debido a la poca superficie que abarca, puede tener un papel más importante del que se hubiera creído.

Este último año con las nuevas políticas de gobierno los servicios públicos han elevados sus costos en un 300% y esto hace que la gente se interese más por este tipo de ejercicios, es una práctica que año tras año va a necesitarse más y más.

La intención de este trabajo es poder dar una respuesta concreta de que la rehabilitación, no solo es posible, si no que realmente representa un cambio en la calidad de vida.

Como siguiente paso a esta investigación, se desea calcular la amortiguación de la inversión para poder conocer en cuanto tiempo se puede recuperar el gasto invertido, en base al ahorro que generará la disminución del consumo en calefacción en invierno y aire acondicionado en los meses de verano.

5.2 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- “CIUDADES VULNERABLES. Proyecto o incertidumbre” La Plata 16, 17 y 18 de septiembre. Facultad de Arquitectura y Urbanismo – Universidad Nacional de La Plata. Área 3 – HISTORIA DE LA ARQUITECTURA, LA CIUDAD Y EL TERRITORIO VULNERABILIDAD DEL PATRIMONIO MODERNO. EL CASO DE LA PLATA. Arq. Eduardo Gentile. Arq. Ana Ottavianelli. Año: 2015
- HISTORIA URBANA DE LA CIUDAD DE LA PLATA 1948-1962. Transiciones y alternativas arquitectónicas de la Modernidad en la construcción de una ciudad argentina. Autores: Arq. Eduardo Gentile. Arq. Fernando Gandolfi. Año: 2012.
- Apuntes de la cátedra de Instalaciones Czajkowski - Gómez - Calisto Aguilar de la Facultad de arquitectura y urbanismo de la Universidad Nacional de La Plata.
- La Plata- Arquitectura moderna 1950/1960/1970. Colegio de arquitectos de la Provincia de Buenos Aires. Distrito 1. Arq. Cristina Carasatorre.
- Normas IRAM: N°11549/11601/11603/11604/11605/11625/11630/11658.
- Manual de aplicación Ley 13059. Taller vertical de procesos constructivos Cremaschi- Marsili- Saenz. Facultad de arquitectura y urbanismo de la Universidad Nacional de La Plata.
- Diagnóstico Socioeconómico de La Plata y sus Centros Comunales. Autor: Agustín Lódola y Rafael Brigo. Año: 2011. Departamento de Economía Facultad de Ciencias Económicas Universidad Nacional de La Plata.
- TIPOS DE VIVIENDA EN LA CIUDAD DE LA PLATA (1882-1960). El reconocimiento tipológico como base para la recuperación de edificios residenciales. Autor: Arq. Mara Pacheco.
- LA INFLUENCIA DE LA ARQUITECTURA MODERNA EN LA CONFIGURACIÓN DE LA VIVIENDA INDIVIDUAL: EL CASO DE LAS CASAS RACIONALISTAS EN LA CIUDAD DE LA PLATA. Autor: Arq. Mara Pacheco.
- El patrimonio del movimiento moderno. Pensamiento, reflexiones, aprendizajes. PROYECTO A021 –PROGRAMA UBACYT 2004-2007. Conservación y reutilización de edificios del Movimiento Moderno: Criterios sustentables de intervención y puesta en valor. Autores: Stella Maris Casal, Valeria Garelló, Matías Gigli, Serianne Worden. Algunas reflexiones sobre el Movimiento Moderno: el caso de La Plata. Charla dada por Jorge Mele. Página 34.
- CÁTALOGO DE TIPOLOGÍAS DE VIVIENDAS URBANAS EN EL ÁREA METROPOLITANA DE BUENOS AIRES. Su funcionamiento energético y bioclimático. Autores: Arq- Rosenfeld Elías. Arq. Czajkowski Jorge Daniel. La Plata. Año: 1992.



5.3 SITIOS WEB

- http://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_guia_tecnica_vidrios_y_ceramica_v05_2dfc482b.pdf.
- <http://www.generadordeprecios.info/>
- <http://www.knaufinsulation.es/productos>
- http://www.poderlocal.net/leer_noticias.asp?ID=28256
- http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/51284/Documento_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1

5.4 ANEXOS

El Instituto Argentino de Normalización y Certificación (IRAM) es una asociación civil sin fines de lucro cuyas finalidades específicas, en su carácter de Organismo Argentino de Normalización, son establecer normas técnicas, sin limitaciones en los ámbitos que abarquen, además de propender al conocimiento y la aplicación de la normalización como base de la calidad, promoviendo las actividades de certificación de productos y de

sistemas de la calidad en las empresas para brindar seguridad al consumidor.

IRAM es el representante de Argentina en la International Organization for Standardization (ISO), en la Comisión Panamericana de Normas Técnicas (COPANT) y en la Asociación MERCOSUR de Normalización (AMN).

Esta norma es el fruto del consenso técnico entre los diversos sectores involucrados, los que a través de sus representantes han intervenido en los Organismos de Estudio de Normas correspondientes. Corresponde a la revisión de la norma IRAM 11603:1996.

(Página 5- Norma IRAM N° 11603)

4 ZONAS BIOAMBIENTALES

4.1 Las zonas bioambientales se definen de acuerdo con el mapa de la figura 1. Esta clasificación se ha desarrollado teniendo en cuenta los índices de confort de la temperatura efectiva corregida (TEC), correlacionada con el voto medio predecible (VMP) y el índice de Beldin y Hatch (IBH), desarrollados para las zonas cálidas.

La evaluación de las zonas frías no se ha realizado con los índices de confort, sino con los días para las necesidades de calefacción.

4.4.3 Zona III: templada cálida

4.4.3.1 Limitada por las isolíneas de TEC 24,6 °C y 22,9 °C, esta zona tiene igual distribución que la zona II, con la faja de extensión Este- Oeste centrada alrededor del paralelo 35° y la de extensión Norte-Sur, ubicada en las primeras estribaciones montañosas al Nordeste del país, sobre la Cordillera de los Andes.

4.4.3.2 Los veranos son relativamente calurosos y presentan temperaturas medias comprendidas entre 20 °C y 26 °C, con máximas medias mayores que 30°C, sólo en la faja de extensión Este-Oeste.

4.4.3.3 El invierno no es muy frío y presenta valores medios de temperatura comprendidos entre 8°C y 12°C, y valores mínimos que rara vez son menores que 0 °C.

4.4.3.4 Las presiones parciales de vapor de agua son bajas durante todo el año, con valores máximos en verano que no superan, en promedio, los 1 870 Pa (14 mm Hg).

4.4.3.5 En general, en esta zona se tienen inviernos relativamente benignos, con veranos no muy calurosos. Esta zona se subdivide en dos subzonas: a y b, en función de las amplitudes térmicas.

Subzona IIIa: amplitudes térmicas mayores que 14 °C.

Subzona IIIb: amplitudes térmicas menores que 14 °C.

Tabla A.1 - Datos climáticos de invierno

ESTACIÓN	P	LAT	LONG	ASNM	TMED	TMÁX	TMÍN	TMA	TDMN	PREC	H R	HELRE	VM	GD16	GD18	GD20	GD22
BUENOS AIRES (AEROPARQUE)	BAC	-34,57	-58,42	6	12,84	16,0	9,7	-1,0	1,7	248	76	5,2	14,1	528	852	1256	1743
BUENOS AIRES	BAC	-34,58	-58,48	25	12,91	17,1	8,8	-2,1	0,1	278	77	5,0	9,7	538	854	1249	1723
PERGAMINO (INTA)	BAP	-33,93	-60,55	65	11,41	17,3	5,6	-7,0	-4,4	140	79	5,6	11,0	797	1163	1605	2125
PEHUAJÓ (AERO)	BAP	-35,87	-61,90	87	10,08	15,7	4,5	-7,8	-5,2	132	79	5,1	10,4	963	1369	1853	2415
JUNIN (AERO)	BAP	-34,55	-60,92	81	10,93	16,8	5,1	-8,0	-5,0	151	77	5,1	11,3	835	1215	1672	2211
NUEVE DE JULIO	BAP	-35,45	-60,88	76	10,90	16,4	5,4	-6,3	-3,8	172	76	-	10,6	835	1216	1674	2210
SAN FERNANDO	BAP	-34,45	-58,58	3	12,25	17,0	7,5	-5,4	-2,3	252	78	-	11,1	634	968	1382	1886
DON TORCUATO (AERO)	BAP	-34,48	-58,62	4	12,03	16,6	7,5	-4,7	-2,7	253	80	5,3	10,5	665	1012	1436	1937
SAN MIGUEL	BAP	-34,55	-58,73	26	12,02	16,9	7,2	-4,8	-2,2	247	81	5,1	8,2	673	1018	1441	1944
EL PALOMAR (AERO)	BAP	-34,60	-58,60	12	11,43	16,8	6,1	-7,0	-4,5	234	79	5,1	11,0	771	1133	1575	2097
EZEIZA (AERO)	BAP	-34,82	-58,53	20	11,44	16,6	6,2	-5,8	-3,5	228	78	3,5	12,6	773	1139	1583	2107
LA PLATA (AERO)	BAP	-34,97	-57,90	23	11,08	15,7	6,5	-4,3	-2,5	264	83	5,1	13,0	823	1210	1678	2228
PUNTA INDIO B.A.	BAP	-35,37	-57,28	22	11,12	15,5	6,8	-4,4	-1,9	273	86	5,0	13,5	800	1188	1657	2207
CORONEL SUÁREZ (AERO)	BAP	-37,43	-61,88	233	7,96	13,9	2,0	-13,5	-7,7	143	79	4,9	11,8	1414	1908	2472	3100

Tabla 5. Página 11. NORMA IRAM N°11603

Zona bioambiental	Subzona	Provincia	Departamento
III	IIIb	Buenos Aires	Brandsen, Campana, Chascomús, Escobar, Encarnación de la Cruz, Gran Buenos Aires, La Plata, Luján, Magdalena, Pilar, San Fernando, Tigre, San Vicente, Zárate
		Ciudad de Buenos Aires	-
		Entre Ríos	Guaqueguay, Guaqueguaychú, Islas de Ibicuy, Victoria
		Jujuy	Dr. Manuel Belgrano, Humahuaca, Palpalá, San Antonio, Tilcara, Tumbaya
		Salta	Gral. Güemes, Guachipas, Iruya, Sta. Victoria
IV	IVa	Catamarca	Belén, Tinogasta

Tabla 6. Página 21. NORMA IRAM N° 11603



RECOMENDACIONES DE DISEÑO (Página 24 NORMA IRAM N° 11603)

C.1.3 Zona III: templada cálida

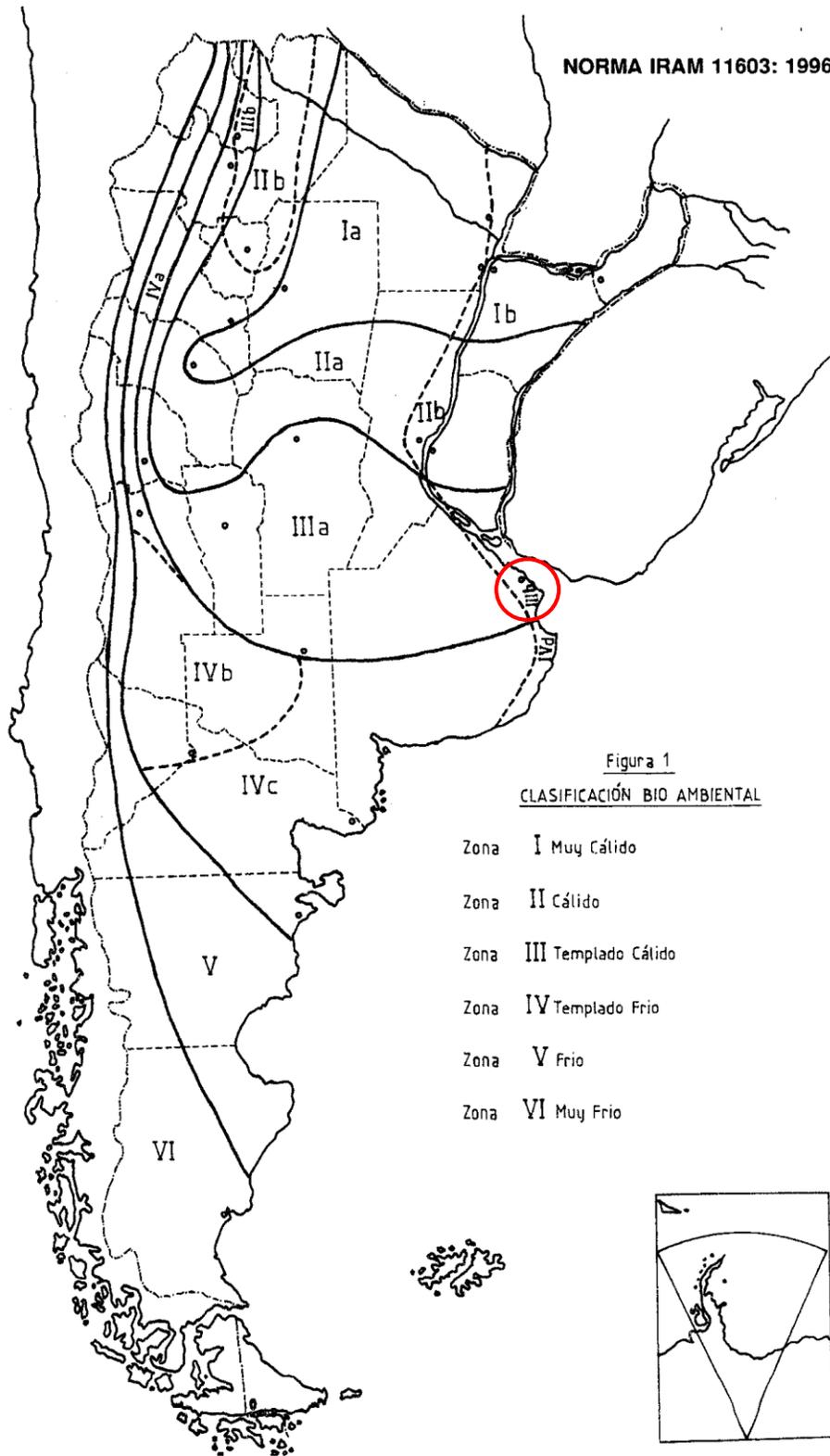
C.1.3.1 Subzona IIIa

Se caracteriza por grandes amplitudes térmicas, por lo que es aconsejable el uso de viviendas agrupadas y de todos los elementos y/o recursos que tiendan al mejoramiento de la inercia térmica. Tanto en la faz de la orientación como en las necesidades de ventilación, por tratarse de una zona templada, las exigencias pueden ser menores.

- a) En las edificaciones orientadas al oeste es aconsejable prever protecciones solares adecuadas.
- b) Se recomienda que las aberturas estén provistas de sistemas de protección a la radiación solar.

Los colores claros exteriores son altamente recomendables.

C.1.3.2 Subzona IIIb. Las amplitudes térmicas durante todo el año son pequeñas. Para el resto valen las recomendaciones dadas en C.1.3.1.



NORMA IRAM N° 11604

Tabla 1: Valores de G_{cal} admisibles en función del volumen calefaccionado y los grados día de calefacción

Volumen calefaccionado (m ³)	°D = Grados Día de calefacción (base 18°C)											
	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	2000	2500	3000	4000	5000
50	2,713	2,661	2,606	2,560	2,530	2,493	2,469	2,457	2,409	2,353	2,287	2,118
100	2,213	2,173	2,133	2,099	2,077	2,050	2,032	2,022	1,986	1,942	1,893	1,762
200	1,860	1,828	1,798	1,773	1,757	1,737	1,723	1,715	1,687	1,652	1,613	1,510
300	1,704	1,676	1,650	1,629	1,615	1,598	1,587	1,579	1,554	1,523	1,490	1,399
400	1,610	1,585	1,562	1,543	1,531	1,516	1,505	1,498	1,475	1,446	1,416	1,332
500	1,547	1,523	1,502	1,485	1,473	1,459	1,449	1,443	1,421	1,394	1,366	1,287

Tabla 8. Tabla utilizada para el cálculo de interpolación lineal para el "G" admisible de las pérdidas globales del punto 4.6. 2.

Tabla 2 - Pérdidas por el piso en contacto con el terreno (P_p).
en W/m

Zona Bioambiental	Sin aislación en el piso	Aislación perimetral en el piso (ver apartado 6.5.3.1)	Aislación total en el piso (ver apartado 6.5.3.2)
I y II	1,28	1,00	0,85
III y IV	1,38	1,08	0,93
V y VI	1,48	1,17	1,00

Nota 5: No se recomiendan pisos sin aislación perimetral o total en las zonas bioambientales V y VI debido a la posibilidad de condensación superficial.

Nota 6: Las pérdidas por el piso para las zonas I y II se dan a título informativo, aunque la presente norma no es de aplicación para estas zonas.

Tabla 7. Valores utilizados para calcular las pérdidas a través del piso en contacto con el terreno en el punto 4.6.2.

Cálculo de interpolación lineal para obtención de "G" admisible para la ciudad de La Plata con ° día base 18° = 1178. Valor utilizado en el punto 4.6.2 para el cálculo de las pérdidas globales.

Los valores utilizados para la interpolación lineal son los enmarcados en la tabla 7, extraída de la NORMA IRAM N°11604.

Volumen a calefaccionar 473m³.

$$\text{Valor 1: } 1562 + (1502-1562) / (500-400) * (473-400) = 1518$$

$$\text{Valor 2: } 1543 + (1485 - 1543) / (500-400) * (473-400) = 1501$$

$$\text{Valor 3: } 1518 + (1501-1518) / (1200-1100) * (1178 - 1100) = 1505$$

1,505 G admisible para 473m³ ° día 18= 1178